STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
APR
19
1922

Aus der II. medizinischen Universitätsklinik (Charité)
(Direktor; Geheimrat Prof. Dr. Friedrich Kraus)

Ueber den Einfluß von Körpergröße und Gewicht, Blutdruck und Alter auf das Orthodiagramm des Herzens.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

VON

Georg Litarczek
aus Craiova (Rumänien).

Tag der Promotion: 18. Januar 1915.

Emil Ebering, Berlin NW. 7, Mittelstr. 39.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. **Bier.**

Referent: Prof. Dr. **Rubner.**

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung:	
a) Herz und Stoffwechsel	7
b) Anatomische Methoden der Herzmessung	9
c) Prinzip der Orthodiagraphie	12
d) Wahre und scheinbare Herzvergrößerung	14
e) Aufgabe der Untersuchung	16
Material	17
Ausmessung des Orthodiagramms	18
Diskussion der Faktoren, die das Orthodiagramm beeinflussen	20
Ueber den Einfluß der Körpergröße auf das Orthodiagramm	23
Ueber die Einwirkung des Körpergewichtes auf das Orthodiagramm	33
Ueber die Wirkung des Blutdruckes auf das Orthodiagramm	46
Das Alter in seinem Einfluß auf das Orthodiagramm	55
Vergleichung unserer orthodiagraphischen Mittelwerte mit denjenigen von Groedel und Dietlen	64
Ueber den Wert der erhaltenen Kurven	65
Untersuchungen über die Wirkung obiger Faktoren auf das Orthodiagramm von Frauen	66
Schlußfolgerungen	72
Literatur	81

Einleitung.

a) Herz und Stoffwechsel.

Seit Harvey wissen wir, daß das Herz der einzig in Betracht kommende Motor des Kreislaufes ist, und es ist nach den allgemeinen Gesetzen der Anpassung klar, daß die Stärke dieses Motors von der von ihm zu leistenden Arbeit abhängig sein muß. Da das Herz fast ausschließlich aus Muskeln besteht, und da wir wissen, daß jeder Muskel eine seiner Masse proportionale Arbeit leisten kann, so wird die Herzgröße bei den verschiedenen Tieren und bei den verschiedenen Individuen ein und derselben Tierspezies der zu leistenden Arbeit angepaßt sein. Die Arbeit, die das Herz zu leisten hat, kann nun erstens, was uns hier nicht interessiert, von pathologischen Widerständen (Herzkrankheiten) bedingt sein. Zweitens aber ist sie der Größe des Stoffwechsels proportional. Daß dem so ist, hat schon Müller gewußt, der behauptet: Es müsse eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Herzmasse und Körpermasse bestehen, weil das Herz eine Kraftmaschine sei, und zwar werde eine Kraftmaschine, welcher eine so wichtige Aufgabe zugemessen ist, von der Natur nicht nach dem Zufall, sondern nach bestimmten Gesetzen konstruiert, welche deren Leistungsfähigkeit gegenüber den Anforderungen des Körpers sichern. Was hier Müller rein stofflich ausdrückt, ist in Wirklichkeit eine funktionelle Beziehung, denn je größer die Masse des Körpers, desto größer ist praeter propter der Stoffwechsel, und wie Nicolai in seiner Mechanik des Kreislaufes in Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen sagt: ist der Kreislauf des

Blutes nicht um seiner selbst willen da, sondern wie alle Prozesse im tierischen und pflanzlichen Körper dient auch er nur der Erhaltung und Weiterbildung des Lebens. Das immer nachweisbare Aequivalent des Lebens ist der Stoffwechsel, und so ist es nicht wunderbar, wenn auch der Kreislauf des Blutes — wie alle anderen Funktionen — im Grunde nur eine Einrichtung vorzustellen scheint: wie der Stoffwechsel in einem Organismus möglich ist.

Diese Bezugnahme auf den Stoffwechsel ist viel richtiger als die auf die Masse des Körpers. Den es ist klar, daß z. B. große, gleichsam tot daliegende Massen lebendiger Substanz keinen Stoffwechsel aufweisen, daher auch keines Zuflusses frischen Blutes bedürfen und deshalb auch keinen Einfluß auf die Arbeit und demgemäß auch keinen solchen auf die Größe des Herzens haben. Daß sich dies tatsächlich so verhält, beweist zur Genüge das schon 1748 von Bryan Robinson aufgewiesene Verhältnis, wie es bei gleichem Tiergewicht zwischen Fisch- und Vogelherz besteht, und das dem Zahlenverhältnis 1 : 8 entspricht. Wenn aber irgendwo Stoffwechsel stattfinden soll, so kann er also nur in der Weise hervorgerufen werden, daß durch das Blut den einzelnen Zellen Nahrungsstoffe zugeführt und die entstehenden Abfallprodukte ebenfalls durch das Blut fortgeführt werden. Daß demnach die Intensität des Kreislaufes in inniger Beziehung zum Stoffwechsel steht, dürfen wir daher als feststehendes Faktum voraussetzen, und es kommt nur darauf an, ob auch tatsächlich die Kraft des Motors, oder wie wir auch sagen dürfen, die Größe, oder noch besser das Gewicht des Herzens dem Stoffwechsel eines Tieres proportional ist.

An und für sich ist der Stoffwechsel unter normalen Bedingungen von einer Reihe bestimmter Faktoren abhängig (die pathologischen wollen wir hier unberücksichtigt lassen). Wir wollen hier die wichtigsten Faktoren, welche den Stoffwechsel beeinflussen, so wie sie in jedem Lehrbuche der Physiologie zu finden sind, in Kürze aufzählen.

Außer von der Qualität und Quantität der Nahrung, der Außentemperatur, sowie den Anstrengungen des Berufes, hängt der Stoffwechsel in erster Linie ab:

1. von der Masse des Körpers, also vom Gewicht, und insbesondere, lediglich vom Gewicht der lebenden Substanz;

2. von der Größe des Körpers, weil dieser auch eine größere Masse und Oberfläche entspricht. Ueber das Verhältnis von Körpergröße zur Oberfläche und zum Stoffwechsel einerseits und Herzgröße andererseits soll noch weiter unten berichtet werden;

3. vom Alter, weil mit diesem auch die lebendige Substanz relativ zur Körpermasse abnimmt.

Für diese drei Faktoren gilt aber der Satz: Je kleiner, je leichter und jünger das betreffende Tier oder Individuum ist, desto größer verhältnismäßig der Stoffwechsel, während er natürlich absolut genommen im Vergleich zu größeren, schwereren und älteren Tieren oder Individuen kleiner sein muß.

4. Endlich ist der Stoffwechsel noch vom Geschlecht abhängig.

Da diese die wichtigsten Faktoren sind, die auf den Stoffwechsel wirken, so werden sie es auch sein, die die Kraft und somit die Größe des Herzens beeinflussen. Und so sehen wir denn, daß alle Untersuchungen, die seit Jahrzehnten unternommen wurden, um die Beziehungen, die zwischen Herz- und Körpergröße, zwischen Herzgröße und dem Körpergewicht, sowie zwischen Herzgröße und Alter bestehen, aufzudecken, vollkommen berechtigt waren.

b) Anatomische Methoden der Herzmessung.

Um aber zu einem eindeutigen Ergebnis für den lebenden Körper zu gelangen, fehlte es bis vor 14 Jahren an einer einwandfreien physikalischen Methode der Herzmessung. Das ist auch kein Wunder, da man während des Lebens mit keinerlei

Maßvorrichtungen bis zu den verborgenen inneren Organen vordringen konnte. Erst durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen, die uns auch diese Teile als Schatten sichtbar machten, konnte die Frage erfolgreich und methodisch in Angriff genommen werden. Es war also nur natürlich, daß man die Fragen zunächst an Leichen zu studieren begann. In dieser Richtung wurden im vorigen Jahrhundert mühsame Arbeiten unternommen, es wurde mit vieler Mühe ein großes Material zusammengetragen und Messungen an ihm vorgenommen, allein das Material war recht ungeeignet und die Meßmethoden waren zu verschiedenartig. Doch haben auch diese anatomischen Arbeiten weitere Aufklärungen gebracht.

In erster Linie haben sich Pathologen, wie Beneke, Thoma, Müller, der Frage angenommen, denen das Material am bequemsten zur Verfügung stand; aber schon früher, im Anfang des 19. Jahrhunderts haben Chirurgen wie Bizot (1837), Hygieniker wie Vernois, Kliniker wie Bouillar (1835) dieses Problem behandelt. Alle Untersuchungen wurden natürlich an Leichen gemacht. Wir wollen hier nicht die Fehlerquellen und die Nachteile erörtern, die mit einem solchen Material verbunden sind, sondern kurz über die verschiedenen Methoden berichten, mit denen man an die Lösung dieser Fragen herantrat. Unter den gewählten Methoden, die nur auf Leichenmaterial Anwendung fanden, wollen wir folgende anführen:

1. die Methode der linearen Ausmaße, sie wurde von Bizot, Ranking und Vernois angewandt;
2. die Volumbestimmungsmethode, der sich der Pathologe Beneke bediente,
3. die von Müller bevorzugte Gewichtsbestimmungsmethode, die auch von Letourneau, Tabor, Bouillard, Kluge u. a. angewandt wurde.

Ueber die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen mit Hilfe obiger Methoden werden wir an der geeigneten Stelle berichten.

Jede der oben erwähnten Methoden hatte ihre besonderen Fehlerquellen; ein recht brauchbares Verfahren war das der Gewichtsbestimmung. Bei der Vielheit der Untersuchungsmethoden waren aber die verschiedenen Ergebnisse nur schwierig vergleichbar, so daß man sich nur schwer über deren Resultate einigen konnte. Doch haben diese Methoden zu zahlreichen Fortschritten geführt. Leider galten nur alle Schlüsse lediglich für das Leichenmaterial, das sich gar nicht für die Untersuchung dieser Fragen eignete. Daß nur anatomische Arbeiten vorliegen, hatte seinen Grund im wesentlichen darin, daß wir keine Mittel besaßen, um die Herzgröße am lebenden Wesen zu bestimmen, was wir heute wenigstens annäherungsweise können. Da das Leichenmaterial ungeeignet war, mußten die Untersuchungen am Lebenden vorgenommen werden, denn nur so kann man den Einfluß physiologischer Faktoren auf verschiedene Organe, also auch auf das Herz, studieren. Diese Arbeit fiel dem Kliniker und Physiologen, hauptsächlich aber dem ersten, zu. Vor der Orthodiagraphie mußte ihm diese Aufgabe unvergleichlich schwerer erscheinen als dem Pathologen, da er sich nur durch die Perkussion eine angenäherte Vorstellung über die Größe und Lage des verborgenen Herzens am lebenden Körper zu bilden vermochte. Dazu kam noch die Schwierigkeit, daß man mit Hilfe der verschiedenen Perkussionsmethoden, wie 1. der Schwellenperkussion nach Ewald-Goldscheider, 2. der mittelstarken Perkussion nach Moritz, 3. der Ebsteinschen Tastperkussion, für dasselbe Herz verschiedene Größen erhielt. Moritz äußert sich darüber folgendermaßen: „Ueber die Grenzen der relativen Herzdämpfung herrscht eine geradezu babylonische Verwirrung.“ Durch die Perkussion konnten also die oben erwähnten Fragen nicht gelöst werden, die Untersuchungsfehler waren viel größer als die Fehler, die das Material selbst veranlaßte. Indessen bedürfte der Kliniker dringend, erstens einer Methode, um das Herz bei Lebenden genauer auf seine Größe, Form und Lage zu untersuchen, zweitens benötigte er in diesem

Fall auch normaler Vergleichszahlen für die gefundenen Herzgrößen, welche allen Faktoren, die auf das Herz Einfluß haben, Rechnung tragen konnten.

c) Prinzip der Orthodiagraphie.

Die Lösung des Problems wurde durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen vorbereitet; diese Strahlen projizieren die kompakten inneren Organe in Form sichtbarer Schatten. Von der Entdeckung dieser die Materie durchdringenden Strahlen bis zur Erfindung eines brauchbaren Apparates, welcher uns die wahre Herzgröße zu messen erlaubt, verging noch ein halbes Jahrzehnt. Diesen vorzüglichen Apparat, dessen Prinzip wir hier kurz schildern wollen, verdanken wir Moritz.

Der Herzschatten im Röntgenbilde war nicht zur Herzmessung geeignet, da der von dem gewöhnlichen Röntgenstrahlenbündel (der divergent ist) herrührende Schatten ein vergrößertes Bild geben mußte. Nebenbei sei hier noch erwähnt, daß in so einem divergenten Strahlenbündel die Herzkonturen auch eine Verzerrung erleiden können. Weder Größe noch Form des Schattens entsprach also der wahren Größe und Form des Herzens. Um die wahre Größe des Herzens im Schatten darzustellen, mußte man ein Parallelstrahlenbündel erzeugen, wie wir dies im folgenden nach Moritz nachweisen wollen. Die „Vergrößerung des Schattens" (V) wird direkt proportional der „Entfernung des Gegenstandes" (Eg) und umgekehrt proportional der „Entfernung der Lichtquelle" (El) von diesem sein. $V = Eg/El$. Sollte eine Vergrößerung wegfallen, also $V = 0$ werden, so wäre dies nur möglich, wenn entweder $Eg = 0$ würde, d. h. wenn der Gegenstand in die Fläche des Projektionsschirmes rückte, oder wenn $El = \infty$ würde, d. h. wenn die Lichtquelle in die Unendlichkeit rückte und damit ihre Strahlen parallel würden. Mit der Entfernung verlieren aber die Strahlen an Intensität und so auch die Schattenbilder, deshalb ist dieses Prinzip auch nicht gut anwendbar. Dieser Uebelstand wurde

vermieden durch die Aussonderung eines einzigen Strahles aus dem Lichtbündel, den man parallel zu sich selbst verschob, indem man die Röhre parallel zu sich selbst verrückte. Dasselbe Resultat konnte auch erreicht werden durch die Parallelverschiebung des Patienten bei unbeweglicher Röhre.

Vor Moritz waren schon andere Forscher auf diese Idee gekommen, so: Rosenfeld, Payne, Donath, Levy-Dorn, auch Kraus hatte 1898 dieselbe Idee ausgesprochen. Moritz aber hat das Verdienst, dieser Idee zuerst in einem praktisch verwendbaren Apparat Gestalt gegeben zu haben. Sein Apparat projiziert das Herz auf eine zu dem Strahl senkrechte Ebene, daher wurde die Projektion eine orthogonale. Den so projizierten Schatten nannte er das Orthodiagramm, seine Methode die Orthodiagraphie, seinen Apparat den Orthodiagraph. Der Erfindung des ersten Orthodiagraphen folgten rasch andere Konstruktionstypen.

1. Dem Moritzschen Apparat, der für Untersuchungen in liegender Lage bestimmt war, folgten
2. der Hoffmannsche, der für Untersuchungen in stehender Lage,
3. der Levy-Dornsche, der für sitzende und stehende Lagen,
4. der Grödelsche, der für sitzende und liegende Lagen bestimmt war.

Jeder dieser Forscher bevorzugte andere Körperlagen als die günstigsten, Moritz bevorzugte mit Dietlen die horizontale Lage des Patienten, Grödel die sitzende und stellte so seine Vertikalorthodiagramme her.

Mit der Entwicklung und Verbesserung des Apparates begann man zunächst den Herzschatten festzustellen und seine Konturen zu deuten. Damit beschäftigte sich, schon vor der Orthodiagraphie, eine Reihe von Forschern. Man wiederholte nun diese Arbeiten mit der neuen Methode, zu gleicher Zeit suchte man an der als normal festgestellten Herzsilhouette Maße zu ermitteln, die die Größe des Schattens ausdrücken konnten.

Es ist wiederum Moritz, dem wir solche Maße für den Herzschatten verdanken (siehe weiter S. 19). Er hat sie zuerst angegeben, änderte sie aber später etwas ab.

Mit der Einführung dieser brauchbaren klinischen Methode der Herzmessung, die auf sicheren physikalischen Grundlagen beruht, nahmen die Arbeiten über die Ursachen, die auf die Größe und Lage des Herzens Einfluß üben, eine größere Ausdehnung an, denn nun konnte man die anfangs erwähnten Fragen nach einer einheitlichen Methode auch am Lebenden behandeln.

d) Wahre und scheinbare Herzvergrößerung.

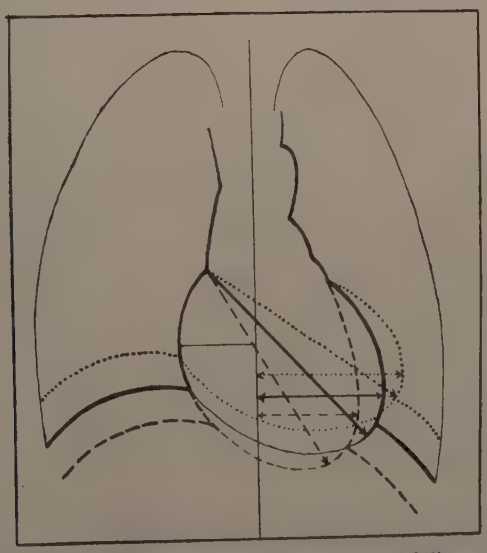
Nimmt man den Grundsatz an, daß zwischen Herzgröße und Stoffwechsel eine gesetzmäßige Beziehung besteht, daß der Stoffwechsel von der Körpergröße, dem Gewicht, dem Alter usw. abhängt, daß diese Faktoren also auch auf das Herz ihren Einfluß ausüben; so muß ausdrücklich betont werden, daß man mittelst der angeführten Methode, der Orthodiagraphie, keineswegs die wahre Größe des Herzens erhält. Es wäre widersinnig, das Volumen des Herzens als Fläche ausmessen zu wollen, wie sie durch das Orthodiagramm dargestellt wird.

Mit Hilfe unserer Methode erhalten wir nur die Größe des orthogonal projizierten Herzens. Das aber müssen wir stets im Auge haben, und wenn wir im Verlaufe dieser Darstellung von Herzgröße sprechen, so verstehen wir dieses ausschließlich im erwähnten Sinn. Da wir jedoch nur mit dem Ausmaß einer Projektion zu tun haben, so ist hieraus in jedem einzelnen Falle nur schwer der Schluß zu ziehen, daß bei Vergrößerung des Schattens in einer Richtung das Herz auch wirklich in derselben Richtung vergrößert ist. Bei Schattenbildern hängt die Form und Größe sehr von der Stellung des Gegenstandes zur Lichtquelle ab. Bei einer Vergrößerung des Schattens müssen wir nicht gleich auf eine Vergrößerung des Herzens selbst schließen, sondern dessen Lage mitberücksichtigen. Zusammenfassend

können wir sagen, daß die Faktoren, die den Stoffwechsel beeinflussen, auch wirklich vergrößernd auf das Herz einwirken, d. h. daß das Herz auch an Masse zunimmt. Daneben gibt es aber auch noch andere Faktoren, die wohl das Orthodiagramm (den Herzschatten) vergrößern, nicht aber die wahre Herzgröße oder -masse, dies sind trügerisch wirkende Faktoren; als einer der wichtigsten wurde oben schon die Lage des Herzens erwähnt, die wieder von anderen Bedingungen abhängt.

a) Vor allem sei hier der Stand des Zwerchfells genannt. — Je tiefer dasselbe liegt, desto kleiner wird die transversale Diversion und der Medianabstand links bei etwa gleichem Längsdurchmesser sein. Seinerseits ist der Zwerchfellstand von:

1. der Respirationsphase abhängig — deshalb wurden die Orthodiagramme nur bei ruhiger Respiration in Zwerchfellmittelstellung aufgenommen;
   (Folgende Figur dient zur Illustrierung dieser Verhältnisse.)



Herzlage bei hohem und tiefem Zwerchfellstand.

2. vom Geschlecht — bei Frauen höher als bei Männern;
3. vom Alter — bei älteren Leuten tiefer als bei jüngeren.

b) Die Körperlage beeinflußt auch die Lage des Herzens, so haben wir orthodiagraphische Unterschiede des Herzschattens in rechter und linker Seitenlage, sowie in liegender und stehender Lage.

Der Füllungszustand des Herzens beeinflußt ebenfalls das Orthodiagramm, und endlich hat auch

die Entfernung des Herzens vom Sternum

einen Einfluß bei den teleröntgenographischen Aufnahmen.

Ganz allmählich machte mit der Orthodiagraphie auch das Studium über den Einfluß dieser Faktoren weitere Fortschritte. Zu Anfang hatte man ein viel einfacheres Ziel vor Augen. Der Kliniker brauchte in der Diagnostik innerer Krankheiten exakte Werte über die normale Herzgröße. Die Perkussion hatte nur sehr unbefriedigende Resultate geliefert. Man suchte Mittelwerte der Orthodiagrammausmaße festzustellen, bei diesen Zusammenstellungen stellte sich aber die Notwendigkeit heraus, vorerst alle Fälle nach der Größe zu ordnen, später auch nach Gewicht, nach Alter, Geschlecht usw. Fortgesetzte Untersuchungen mittelst verschiedener Apparate über die Herzgröße in stehender, liegender und in sitzender Lage ergaben wertvolle Resultate über den Einfluß dieser Lagen auf das Orthodiagramm. In dieser Weise wurden in den letzten 14 Jahren beinahe alle oben erwähnten Fragen behandelt, um praktisch verwertbare Zahlen zu erhalten. Man stellte so eine Reihe von Tabellen zusammen, die die Maße des Orthodiagramms für Männer oder Frauen von bestimmtem Alter und Größe mit dem entsprechenden Gewicht enthielten. Solche Tabellen wurden von Moritz und Dietlen, von Weith und Grödel aufgestellt, aus ihnen konnte man auch die Beziehungen dieser Faktoren zum Orthodiagramm ersehen.

e) Aufgabe der Untersuchung.

Die folgende Arbeit wurde jedoch aus ganz anderen Gesichtspunkten unternommen. Ihr liegt die am Anfang be-

sprochene funktionelle Beziehung, die zwischen der Größe des Stoffwechsels und der Herzgröße bestehen muß, zugrunde. Es kam uns erstlich darauf an, festzustellen:

1. Ob die Gesetze und Beziehungen, die an Gesunden gefunden wurden, auch wenigstens durchschnittlich bei Herzkranken gültig sind;

2. zu untersuchen, ob diese gesamten zahlenmäßigen Beziehungen sich den oben erläuterten Gesetzen über den Stoffwechsel unterordnen lassen;

3. wollten wir feststellen, welche von den üblichen orthodiagraphischen Herzmaßen für eine funktionelle Betrachtung des Kreislaufs die brauchbarsten sind;

4. sollten die bis jetzt noch nicht genügend durchforschten Beziehungen zwischen Herzgröße und Blutdruck festgestellt werden. Auch hier mußte sich, wenn unsere Vorstellungen richtig waren, eine innige Beziehung ergeben, denn die Erhöhung des arteriellen Blutdrucks erschwert naturgemäß die Arbeit des Herzens, stellt also erhöhte Anforderungen an dasselbe, und wir haben daher eine gewisse Proportionalität zwischen Herzgröße und Blutdruck zu erwarten.

Ob und inwieweit Proportionalität vorhanden ist resp. welches die Gesetze sind, welche eine Aenderung hervorrufen.

Um die Ergebnisse anschaulicher und klarer darzustellen, wurden die Zahlen der Tabellen graphisch durch Kurven dargestellt.

Das Material.

Das bei unserer Untersuchung verwertete Material wurde uns in liebenswürdigster Weise von Prof. Nicolai zur Verfügung gestellt.

Es sind dies 1060 Orthodiagramme, die in stehender Lage an 1009 Patienten seiner Privatpraxis aufgenommen wurden, darunter 750 männliche und 310 weibliche, die nach der unten

angegebenen Methode gemessen wurden. Auf Grund der gefundenen Maßzahlen wurden die Mittelwerte ausgerechnet, die zur Konstruktion der Kurven nötig waren.

Da wir anfangs nur den Einfluß des Blutdruckes auf das Orthodiagramm untersuchen wollten, so ergab sich die Notwendigkeit, Fälle mit verschieden hohem Blutdruck auszuwählen, demgemäß pathologische Fälle, also Patienten. Das zur Verfügung gestellte Material war sehr reich an solchen Fällen. Da es jedoch auch sonst sehr reichhaltig war, so wurde noch der Einfluß von Größe, Gewicht und Alter auf das Orthodiagramm untersucht. Obwohl sich das Material für diese besonderen Untersuchungen weniger gut eignete, weil die vorliegenden Fälle fast nur Herzkranke darstellen, so ist doch zu bemerken, daß sich die Fehler bei der oben erwähnten Zahl in genügender Weise ausgleichen. Uebrigens war es ja auch unsere Absicht, den Einfluß obiger Faktoren auch bei Herzkranken zu untersuchen.

Hierbei war uns auch ein beiliegendes Blatt von Nutzen, auf dem die Größe, das Gewicht, das Geschlecht und das Alter sowie der nach Recklinghausen gemessene Blutdruck angegeben waren.

Die Ausmessung des Orthodiagramms.

Zur Erläuterung der zu ermittelnden Ausmaße, oder der Durchmesser der Orthodiagramme, die sich für unsere Zwecke als am praktischsten erwiesen, mögen folgende Bemerkungen dienen. Nach der Erfindung der Orthodiagraphie stellte Moritz gleichzeitig auch die normale Herzsilhouette fest und bestimmte an dieser sogleich auch einige Dimensionen dieses Schattens, um ein Maßsystem für die Herzgröße aufzustellen. Diese Ausmaße waren folgende:

1. Der Medianabstand rechts;
2. der Medianabstand links;

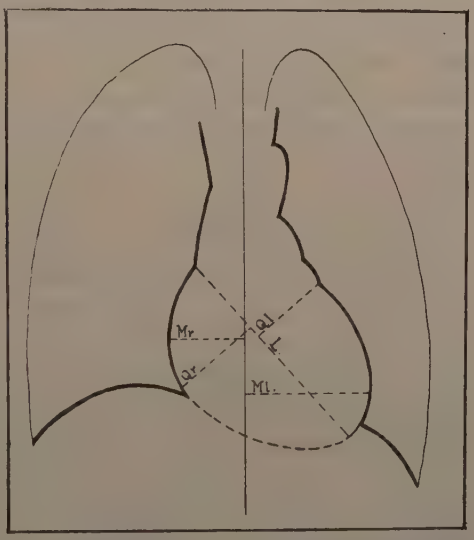
3. der größte Längsdurchmesser;
4. der größte Querdurchmesser;
5. endlich gebrauchte er als Maß noch die Gesamtoberfläche des Schattens.

Später fügte Moritz noch folgende Maße hinzu:

6. Statt des Querdurchmessers, zwei Querabstände;
7. die Summe der zwei Medianabstände ergab die transversale Dimension;
8. bestimmte er noch den Neigungswinkel, d. h. den Winkel zwischen Längsdurchmesser und einem Transversaldurchmesser.

Beistehende Figur veranschaulicht diese Maße.

Mr = Medianabstand rechts
Ml = „ links
L = Längsdurchmesser
Qr = Querabstand rechts
Ql = „ links



Von all den erwähnten Maßen sind an den zur Verfügung stehenden Orthodiagrammen nur folgende drei Dimensionen eingezeichnet und gemessen worden:

1. Der Medianabstand rechts;
2. der Medianabstand links;
3. der Längsdurchmesser.

} deren Summe die transversale Dimension darstellen.

Diese Maße werden auch von Grödel empfohlen, denn die anderen sind unsicher wegen der nur schwer in exakter Weise festzustellenden Endpunkte des Ausmaßes. Ganz zu verwerfen ist nach ihm das Flächenmaß. Unter den drei oben erwähnten Maßen ist der Längsdurchmesser das am wenigsten zuverlässige, da seine Endpunkte — der Winkel zwischen Cava superior und rechtem Vorhof, sowie die Herzspitze, welche oft im Zwerchfellschatten verschwindet — in vielen Fällen schwer festzustellen sind. Da dies aber der größte Durchmesser ist, so macht er die Variationen der Herzgröße am deutlichsten sichtbar. Obwohl also dieser Durchmesser an Exaktheit zu wünschen übrig läßt, ist er doch, wie wir es noch weiter sehen werden, der brauchbarste, weil er durch Lageveränderungen des Herzens am wenigsten beeinflußt wird. In jedem Falle bleibt der Medianabstand links, weil am leichtesten und genauesten zu bestimmen, der exakteste, da er jedoch so abhängig von der Lage des Herzens ist, verliert er sehr an Brauchbarkeit.

Diskussion der Faktoren, welche das Orthodiagramm beeinflussen.

Wir haben weiter oben eine summarische Zusammenstellung der Faktoren gegeben, die das Orthodiagramm beeinflussen, indem sie durch die Beeinflussung des Stoffwechsels auf die Herzgröße oder auf die Herzlage eine direkte Wirkung ausüben. Von den Faktoren, die durch Vermittelung des Stoffwechsels das Herz direkt beeinflussen, sind nur die Größe, das Gewicht, sowie das Alter in ihrer Wirkung auf das Orthodiagramm analysiert worden. In jedem Kapitel wird jedoch, soweit es uns möglich ist, auch über die eventuelle Lageveränderung, die das Herz durch die Variation der oberen Faktoren erfährt, berichtet. Wie schon oben erwähnt, hatten wir das Ziel im Auge, den Einfluß des Blutdruckes zu untersuchen. Außer

den Faktoren jedoch, die auf den Stoffwechsel und die Herzlage wirken, gibt es auch noch mechanische Faktoren, die das Herz direkt als Motor beeinflussen. Ein solcher Faktor ist der Blutdruck. Die Analyse der Wirkung dieses mechanischen Faktors auf das Orthodiagramm soll weiter unten gegeben werden. Zunächst wollen wir den Einfluß der Körpergröße und des Gewichtes untersuchen. Bevor wir zur Sache selbst übergehen, sei noch erwähnt, daß die folgenden Darlegungen nur für Männer Gültigkeit haben. Die Ergebnisse, die an dem Frauenmaterial gewonnen wurden, sollen zum Schluß in Kürze mit den Ergebnissen der Untersuchungen für Männer verglichen werden.

Eine weitere Frage, die in der folgenden Erörterung von großer Bedeutung werden wird, ist hier noch kurz zu streifen.

Wenn wir in Betracht ziehen, daß die Größe des Körpers in Zentimetern ausgedrückt wird, so erkennen wir, daß dies eigentlich kein Maß für den Körper ist, da dieser ein Volumen darstellt und durch Raummaße gemessen werden müßte. Wenn wir aber den Zentimeter als Maß für die Länge des Körpers wählen, so stellt dieser freilich ein sehr unzureichendes Maß dar, da es nur die eine Eigenschaft des Körpers — seine Länge — ausdrückt. Was am Körper gerade für die Herzgröße von Wichtigkeit ist, ist die Intensität des Stoffwechsels, und dieser hängt in erster Linie von dem Quantum Protoplasma, also von dem Quantum lebendiger Substanz und somit vom Gewicht ab, weiter aber auch von der Körperoberfläche, welche eine große Rolle in der Wärmeökonomie des Körpers spielt. In diesem Sinne würden das Gewicht, die Volumangabe und das Ausmaß der Oberfläche des Körpers weit bessere Maße abgeben. Hier sei noch bemerkt, daß, wenn der Körper neben lebendiger Substanz auch noch viel Ballast enthält, der vom regen Stoffwechsel sehr wenig berührt wird, so hat das Gewicht dieses Ballastes nur geringen Einfluß auf die Größe des Herzens.

Wie wir sehen, scheint die Körpergröße das schlechteste Maß zu sein, das wir wählen konnten, um den Einfluß auf die

Herzgröße zu studieren. Dennoch haben wir es gewählt, weil es ein praktisch leicht anwendbares Maß ist, welches wegen der Beziehungen, die es zur Körperoberfläche hat, auch in einer innigen Beziehung zu dem Stoffwechsel stehen muß. Eine andere Schwierigkeit allgemeiner Natur liegt aber noch darin, daß die Größe nur insofern von Wert ist, oder einen Anhaltspunkt für die Beurteilung des Einflusses auf die Herzgröße abgibt, als mit ihr immer ein bestimmtes Gewicht verbunden ist, ein größerer Mann ist nämlich im allgemeinen auch schwerer als ein kleinerer. Mit der Größe verbindet sich zugleich der Begriff der Masse und somit der Begriff des Gewichtes. Daraus erkennen wir schon die Schwierigkeiten, die entstehen müssen, wenn wir beurteilen wollen, wie Größe oder Gewicht das Orthodiagramm beeinflussen, welchen Einfluß die Größe allein und das Gewicht an sich ausüben, und um wieviel größer die Wirkung des einen im Verhältnis zum anderen ist, selbst wenn sie in gleichem Sinne wirken. Die Schwierigkeit ist einleuchtend, denn man kann sich keine gewichtslose Menschengröße vorstellen. Wie wir sehen werden, sind diese Fragen wenigstens zum Teil recht wohl lösbar.

Es ist schon schwierig genug, über den Einfluß von Größe und Gewicht für sich zu berichten, noch schwieriger aber ist es, den isolierten Einfluß von Alter, Größe und Gewicht bis zum Mannesalter zu verfolgen, d. h. den entsprechenden Anteil jedes dieser Faktoren zahlenmäßig zu bestimmen. Denn in den Jahren des Wachstums ist mit jedem Lebensalter ein bestimmtes Gewicht und eine entsprechende Größe gegeben. Es ist also sehr schwierig, ja vielleicht unmöglich, die Wirkung des Alters zu isolieren. Aber auch beim Erwachsenen entspricht einer jeden Altersstufe noch eine bestimmte normale Größe und damit zugleich ein bestimmtes Gewicht.

Aus diesen Erwägungen ersehen wir leicht, mit welchen Schwierigkeiten die Bestimmung des Einflusses jedes einzelnen Faktors verknüpft ist.

Nicht besser steht es mit dem Blutdruck, der hauptsächlich

dadurch mit dem Alter innig zusammenhängt, weil mit ihm mancherlei Kreislaufsveränderungen verbunden sind. Wie wir sehen, beeinflußt eins das andere, und alle Faktoren wirken gemeinschaftlich auf das Herz. Demgemäß wäre es wohl richtiger, nicht den Einfluß der einzelnen Faktoren im besonderen, da dies etwas Künstliches an sich hätte, sondern ihre gemeinschaftliche Wirkung zu studieren, die Fälle nach Gruppen zu klassifizieren, die nur dem Alter entsprechen, wäre daher schon insofern die beste Methode, als jedem Lebensalter gleichsam eine bestimmte Größe und damit zugleich ein dazugehöriges Gewicht und auch ein bestimmter Blutdruck entsprechen.

Die Isolierung dieser einzelnen Faktoren und die gesonderte Analyse ihrer Wirkung ist nur insofern berechtigt, als oft Fälle vorkommen, wo einem bestimmten Faktor die anderen nicht entsprechen, z. B. wo etwa einem bestimmten Lebensalter nicht die zugehörige Größe, oder einer bestimmten Größe nicht das betreffende Gewicht entspricht. Diese Fälle gehören zu den abnormen . Bei ihnen kann man den Einfluß der abweichenden Komponente gesondert analysieren. In dieser Hinsicht haben also die abnormen Fälle wohl eine Bedeutung für das Studium des Einflusses der einzelnen Faktoren auf das Orthodiagramm.

Wir wollen unsere Betrachtungen nunmehr mit dem Problem des Einflusses folgender einzelner Faktoren: Größe, Gewicht und Blutdruck, beginnen und mit einer allgemeinen Untersuchung des Lebensalters beschließen.

Ueber den Einfluß der Körpergröße auf das Orthodiagramm.

Schon vor der Orthodiagraphie hatte man Beziehungen zwischen der Körpergröße und Herzgröße resp. Herzmasse aufzudecken versucht. Müller fand jedoch bei einem Zuwachs des Körpers keinen regelmäßigen Zuwachs der Herzmasse. Nach der Entdeckung der Orthodiagraphie war es wiederum Moritz, der diese Frage zuerst untersuchte. Seine

ersten Arbeiten von 1902 ergaben deutlich eine Zunahme der Herzausmaße bei entsprechender Körperzunahme. Bei Kindern fand Weith keine regelmäßige Zunahme des Orthodiagramms mit wachsender Körperlänge. Die Resultate von Moritz wurden später auf dessen Anregung von Dietlen genauer bearbeitet. Dietlen untersuchte auch noch die Beziehungen zwischen Gewicht, Alter und anderen Körpermaßen und Orthodiagramm. Seine Untersuchungen haben grundlegende Bedeutung. Die vorliegende Abhandlung muß sich daher des öfteren an die Arbeit Dietlens anlehnen. Sein aufs peinlichste, nur aus normalen Fällen zusammengestelltes Material bestand aus etwa 275 Fällen. Die erhaltenen Mittelzahlen der gemessenen Orthodiagramme stellte er in Tabellen zusammen, in denen für jede Größe und jedes Gewicht die Herzmaße verzeichnet sind. Er faßte seine Untersuchungen über den Einfluß der Größe folgendermaßen zusammen:

1. Die Herzgröße des Menschen ist bis zu einem gewissen Grad abhängig von der Körpergröße — d. h. größere Menschen haben im allgemeinen ein größeres Herz als kleinere.

2. Unerwachsene Menschen haben ein wesentlich kleineres Herz als gleich große erwachsene Menschen.

3. Das Frauenherz ist durchschnittlich etwas kleiner als das Herz des gleichgroßen Mannes.

Von diesen Ergebnissen soll nun der erste Satz etwas genauer untersucht werden. Der zweite Satz gehört nicht unmittelbar in diesen Abschnitt, da er mehr von Einfluß des Alters handelt, doch soll er hier gleichfalls wenigstens berührt werden.

Hiermit gehen wir zu unserer eigenen Untersuchung über. Doch wollen wir vorher das Verfahren noch etwas näher erläutern. Die zur Verfügung gestellten Fälle sind nach der Größe gruppiert, wie es die nachstehende Tabelle Nr. 1 angibt. In jeder Gruppe wurden die entsprechenden Dimensionen der gewählten Herzdiameter eingetragen, von denen das arithmetische Mittel genommen wurde. Diese so erhaltenen Zahlen wurden graphisch auf einem Koordinatensystem abgetragen.

Die Größen wurden auf den Abszissen (XX)axe abgetragen und in Zentimetern angegeben. Die Herzmaße wurden auf der Ordinaten(YY)axe und in Millimetern verzeichnet, wie dies Fig. Nr. 1 angibt.

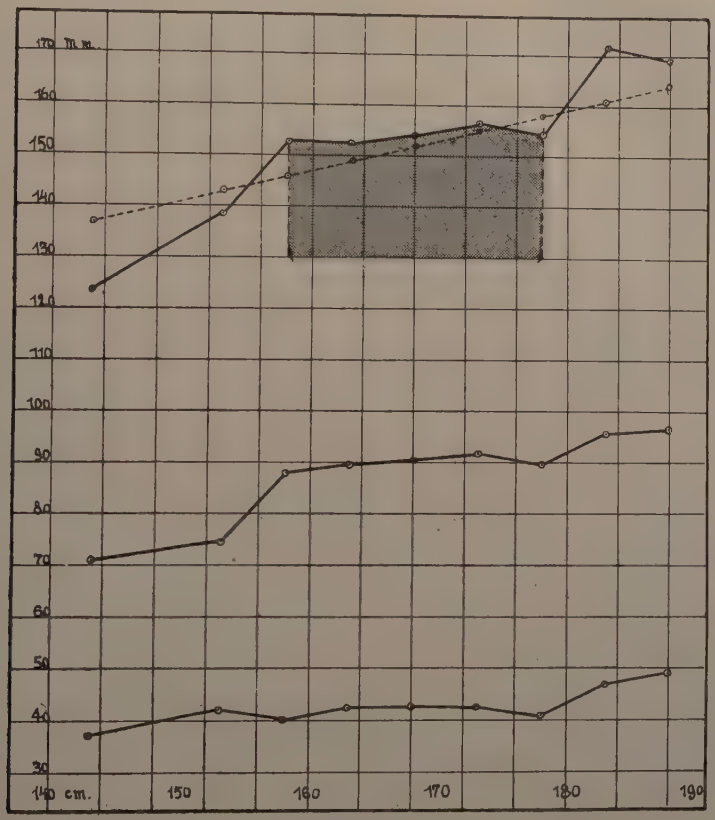


Fig. 1.

Die drei aufeinanderfolgenden Kurven entsprechen von unten nach oben gerechnet dem Medianabstand rechts, dem Medianabstand links und dem Diameter longitudinalis. Die zwei oberen Kurven sind einander sehr ähnlich, aber auch die untere hat Züge, die ihr ein ähnliches Gepräge verleiht, wie der oberen. Hier sollen hauptsächlich die zwei oberen Kurven besprochen werden.

Tabelle 1.

Alter in Jahren	Größe in cm Mittelwerte		Gewicht in kg	Zahl der Fälle	Orthodiagrammaße M. l.	M. r.	L.
23	143	unter 150	50,0	13	70,9	37,2	123,5
36	153	151—155	57,3	14	74,5	42,0	138,6
46	158	156—160	69,7	38	88,1	40,2	152,8
45	163	161—165	74,2	122	89,6	42,6	152,3
44	168	166—170	75,5	187	90,4	42,9	154,2
43	173	171—175	81,0	158	91,4	42,7	156,5
40	178	176—180	82,7	88	89,5	40,9	154,4
42	183	181—185	89,4	25	95,8	47,9	171,4
40	188	186—193	89,7	15	96,4	49,2	196,2

Sie bestehen aus drei Teilen: einem ersten mit ziemlich steilem Anlauf, einem zweiten in nahezu horizontaler Richtung und einem dritten wieder steil ansteigenden Teil. Diese drei Abschnitte entsprechen ungefähr folgenden Größengruppen: 143—158 cm, 158—178 cm und 178—188 cm. Die Wendepunkte der Kurven liegen bei 158 und 178 cm. Zwischen diesen Punkten liegt ein ziemlich horizontaler Abschnitt. Genauer betrachtet sehen wir aber, daß auch er leicht ansteigt.

Vergleichen wir nun die oberen zwei Kurven miteinander, so sehen wir, daß die obere Kurve im allgemeinen mit der Größe des Körpers stärker wächst. Die Zunahmen der Größe des Längsdurchmessers und des Medianabstandes links verhalten sich etwa wie 47 : 25. Der Zuwachs des Längsdurchmessers wächst etwa um das Doppelte, wenn man ihn mit dem Zuwachs des Medianabstandes links vergleicht. (Das exakte Verhältnis ist jedoch 1,9), während das Verhältnis des Zuwachses des Medianabstandes links zum Zuwachs des Medianabstandes rechts = 25 : 12 oder = 2,1 ist.

Bestimmen wir nun statt der Verhältnisse des Zuwachses der Herzmaße die Verhältnisse der Diameter selbst — für die geringste und sodann für die größte Körpergröße — so verhalten sich:

1. der Längsdurchmesser zu Medianabstand links wie 123 : 71 = 1,73;
der Medianabstand links vom Medianabstand rechts wie 70 : 37 = 1,89;

2. der Längsdurchmesser zum Medianabstand links wie 169 : 96 = 1,76;
der Medianabstand links zum Medianabstand rechts wie 96 : 49 = 1,95.

Die Verhältnisse haben sich also gar nicht oder nur unbedeutend geändert. Das läßt uns auf ein gleichmäßiges Wachstum aller Dimensionen schließen.

Auch zeigt weiter jeder einzelne Abschnitt der unteren Kurven ein geringeres Wachstum als der entsprechende Abschnitt der oberen Kurve. So ist im ersten ansteigenden Teil das Verhältnis des Wachstums des Längsdurchmessers zum Medianabstand links = 26 : 18.

Im nahezu horizontalen Teil = 6 : 4.

Und im letzten ansteigenden Teil = 15 : 5.

Betrachten wir nun noch die unterste Kurve, so sehen wir, daß sie die Tendenz hat, sich in ganz dieselben Abschnitte zu gliedern, ihr Verlauf ist nur durch Unregelmäßigkeiten unterbrochen.

Nun wollen wir die Kurve noch in Kürze kritisch betrachten.

Da das Orthodiagramm, wie schon aus früheren Arbeiten bekannt ist, auch noch von anderen wichtigeren Faktoren abhängig ist, so wäre es möglich, daß die so erhaltene Kurve die dargestellte Form infolge des Einflusses dieser Faktoren erhalten hat, mit anderen Worten, daß diese Faktoren, wie z. B. Gewicht und Alter, ungleichmäßig auf die Größengruppen verteilt sind, so daß z. B. der erste ansteigende Teil, der die Fälle bis zur Körpergröße von 158 cm enthält, lauter junge und leichte, im Wachstum begriffene Individuen umfaßt. In diesem Falle wäre dieser ansteigende Teil nicht nur auf die Größenzunahme des

Körpers zurückzuführen, sondern auch vom Wachstum im allgemeinen abhängig, d. h. er entspräche der Gewichts- und Größenzunahme, die bis zum 20. Lebensjahre den größten Einfluß ausüben. Und so wäre auch der zweite ansteigende Teil möglicherweise durch eine zufällige Anhäufung schwerer Individuen von über 178 cm Körpergröße zu erklären.

Aus der Berechnung des entsprechenden Alters und Gewichtes der neun Größengruppen ergab sich folgendes Bild. Bei der regelmäßigen Größenzunahme des Körpers findet auch eine Gewichtszunahme statt, die jedoch der Größenzunahme des Körpers nicht proportional ist, wie sich dies auch aus der, den Q u e t e l e t schen Zahlen entsprechenden, Kurve ergibt. Die graphische Darstellung der Gewichts- und Größenzahlen der Tabelle ergibt, daß von der Größe 170 cm ab die Individuen mehr an Größe als an Gewicht zunehmen, obwohl bis dahin die Größe und die Gewichtszunahme ziemlich parallel verlaufen. Hieraus ist zu ersehen, daß der letzte Anstieg nicht mit dem Gewicht zusammenhängt, möglichenfalls jedoch in geringem Grade der erste Anstieg. Was die Verteilung der Altersstufen auf die Gruppen betrifft, so nimmt diese in den zwei ersten Größengruppen zu, um nachher zwischen dem vierzigsten und sechsundvierzigsten Jahre zu schwanken. Das mittlere Alter der ersten Größengruppe ist 23 Jahre, das der zweiten 36 Jahre, bei beiden hat daher das Wachstum des Körpers aufgehört. Diese Altersstufen können somit keinen Einfluß auf das Orthodiagramm mehr ausüben.

Aber auch wenn wir die Individuen unter 20 Jahren vollständig aus diesen zwei Gruppen ausschalten, so verändern wir die Form der Kurve dennoch nicht, hierbei wird zwar der steile Anstieg im Beginn der Kurve in geringem Grade gemildert, sonst aber bleibt der Verlauf nahezu derselbe.

Daraus ersehen wir, daß die Kurve durch die anderen Faktoren nicht beträchtlich beeinflußt worden ist, und daß ihre Form hauptsächlich von der Größe abhängt, deren Beziehung zum Orthodiagramm wir ja studieren wollten.

Der Schluß, den wir aus diesen Darlegungen ziehen können, ist folgender, falls die Zunahme im Orthodiagramm einer wirklichen Herzvergrößerung entspricht, wie dies der Fall zu sein scheint:

So nimmt 1. innerhalb bestimmter, durch die Körpergröße bezeichneter Grenzen, obwohl ein Zuwachs des Körpers stattfindet, das Herz nur unbeträchtlich zu, das gleichgroße Herz ist also innerhalb dieser Grenzen imstande, die für ein kleineres oder größeres Individuum notwendige Arbeit zu leisten — dasselbe Herz genügt dem einen wie dem andern Individuum.

2. Die Größe des Herzens ist nur bei kleinen oder bei sehr großen Individuen unmittelbar von der Körpergröße abhängig.

Die Grenzen, innerhalb deren die Größenzunahme des Körpers die Größe des Orthodiagramms wenig beeinflußt, liegen zwischen den Größen von 158 und 178 cm. Diese Grenzlage hat also eine Breite von 20 cm. Innerhalb und oberhalb dieser Wendepunkte übt die Körpergröße einen bedeutenderen Einfluß auf das Herz aus. Bei kleinen, d. h. bei Individuen unter 160 cm, wächst das Herz beträchtlich mit der Körpergröße, ebenso bei Individuen, die größer sind als 178 cm.

Aus allen diesen Beobachtungen ziehen wir den Schluß, daß das Herz innerhalb der Grenzen normaler Körpergröße nur in äußerst geringem Grade von der Körpergröße abhängig ist.

Wir wollen hier noch dem Verhältnis zwischen Körpergröße und Herzlänge eine kurze Betrachtung widmen.

Die Verhältnisse der Körperlänge zu den Längsdurchmessern der Herzen sind für die Größen von:

143, 153, 158, 163, 168, 173; 178; 183 und 188 cm

gleich:

11,5, 11,0, 10,3; 10;7; 10;9; 11,1, 11,4; 10,7 und 11,0.

Hieraus ergibt sich, daß das Herz im allgemeinen relativ mit der

Größenzunahme kleiner wird, obwohl es in geringem Grade absolut größer wird. Die kleineren Individuen haben also relativ größere Herzen als die größeren. Dies gilt aber nicht für alle unsere Größengruppen. Besonders schön zeigt sich die relative Herzabnahme bei einer Größenzunahme innerhalb der Körperlängen von 158 bis 178 cm. Oberhalb und unterhalb findet das gerade Gegenteil davon statt, d. h. das Herz nimmt relativ mit der Größenzunahme des Körpers wieder zu.

Wir wollen nun auch noch den Einfluß der Größe bei unerwachsenen Individuen einer kurzen Betrachtung unterziehen. Hierzu vergleiche folgende Tabelle Nr. 2.

Tabelle 2.

Alter in Jahren	Größe in cm Mittelwerte		Gewicht in kg	Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
11	145	unter 155	40	11	66,2	33,5	113,5
16	161	156—165	55	10	79,0	34,5	135,7
17	170	166—175	59	16	76,3	34,4	131,2
19	179	über 176	69	10	76,3	39,4	138,4

Die 47 Individuen unter 20 Jahren, die sich in unserem Material vorfanden, wurden, wie es die obere Tabelle anzeigt, in vier größeren Gruppen geordnet In jeder Gruppe wurden sodann die entsprechenden Herzdimensionen, aus denen die Mittelwerte gewonnen wurden, in die Tabelle eingetragen. Ferne wurde auch noch das Alter und das Gewicht jeder Gruppe berechnet.

Aus dieser Tabelle ist folgendes zu ersehen: Mit der Größenzunahme des Körpers nehmen Gewicht und Alter der Individuen ziemlich regelmäßig zu, allein die Kurve des Orthodiagramms verläuft diesem Zuwachs keineswegs parallel. Sie zeigt vielmehr ebenso wie die vorher besprochene Kurve bei 160 cm Körpergröße den schon erwähnten Wendepunkt. Die bis hierher ansteigende Kurve nimmt weiter wieder eine ziemlich horizontale Richtung an, ohne noch von der Körpergröße be-

einflußt zu werden, lediglich die Kurve des Längsdurchmessers steigt auch hier noch weiter an. Der eigentliche Verlauf der Kurve ist also vom Alter unabhängig, der zweite Anstieg fehlt, weil ja auch Fälle von einer größeren Körperhöhe fehlten. Nebenbei sei noch bemerkt, daß alle diese Diameter bei jungen Individuen kleiner sind als bei Erwachsenen. Dies soll jedoch im Kapitel über den Einfluß des Alters noch genauer besprochen werden.

Wir wollen nun noch auf einige Beziehungen zwischen Körperoberfläche und Stoffwechsel einerseits und Herzgröße bzw. dessen Längsdurchmesser anderseits eingehen.

An seiner Stelle wurde über die Beziehungen, die zwischen Größe und Körperoberfläche bestehen, berichtet. Die Oberfläche des Körpers muß u. a. auch eine Funktion der Körperlänge sein. Da jedoch die größte Wärmemenge des Körpers durch die Haut verloren geht, so muß diese, d. h. die Oberfläche des Körpers, von bedeutendem Einfluß auf die Wärmeökonomie des Körpers oder auf dessen Stoffwechsel sein. Der Stoffwechsel muß also der Oberfläche proportional sein. Ist jedoch die Herzgröße direkt vom Stoffwechsel abhängig, so müßte sie auch der Oberfläche des Körpers proportional sein, und zwar: falls 1^2 proportional der Oberfläche ist, wo 1 die Körperlänge darstellt, und d^3 proportional dem Herzvolumen, wo d der Längsdurchmesser des Herzens ist, so müßte

1^2 proportional d^3 und

d proportional $\sqrt[3]{1^2}$ sein.

Falls also die Herzgröße direkt mit dem Stoffwechsel und somit mit der Körperoberfläche zusammenhängt, so müßte der Längsdurchmesser proportional der dritten Wurzel aus dem Quadrate der Größe sein.

Daß dies auch in der Tat so ist, beweist zur Genüge die gerade Linie in Fig. Nr. 1, die diese proportionalen Zahlen bei den verschiedenen Körpergrößen angibt. Man sieht also,

daß die allgemeine Richtung der Linie ziemlich gut mit der Richtung der Kurve selbst übereinstimmt, es besteht somit ungefähr die vermutete Proportionalität.

Die Linie schmiegt sich aber am meisten jenem Teil der Kurve an, der dem oben erwähnten mittleren, also demjenigen Teil angehört, der den normalen Körpergrößen entspricht. Nach unten sowie nach oben entfernt sich die Kurve von dieser Linie, es scheint also, daß bei sehr großen und sehr kleinen Individuen die Herzgröße nicht mehr dem Stoffwechsel proportional ist — was kaum annehmbar wäre —, deshalb neigen wir eher zu der Vermutung, daß entweder bei diesen Individuen die Oberfläche nicht mehr dem Quadrate der Länge proportional ist, oder daß der Stoffwechsel bei ihnen der Oberfläche nicht mehr parallel verläuft, und daß er in diesem Falle von anderen wichtigeren Faktoren, als sie die Oberfläche darstellt, abhängt, also z. B. von der Masse der lebendigen Substanz.

Zum Schlusse dieses Abschnittes wollen wir noch kurz auf folgende Frage eingehen. Um den isolierten Einfluß der Körpergröße auf das Orthodiagramm zu studieren, hätten noch Fälle gewählt werden müssen, die solche Faktoren wie Alter und Gewicht übereinstimmend aufweisen und sich nur durch die Körperhöhe unterscheiden.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen, das aus Tabelle Nr. 4 hervorgeht, war ein negatives, denn bei gleichem Gewicht konnte man, auch wenn die Größe des Körpers zunahm, keine Vergrößerung des Orthodiagramms nachweisen. Man fand nur unregelmäßige Schwankungen, ja hier und da eine geringe Abnahme des Medianabstandes links bei einer Zunahme der Körpergröße — vielleicht infolge einer durch einen längeren Thorax bedingten tieferen Lage des Herzens —. Daraus ist zu ersehen, daß bei gleichem Gewicht große und kleine Leute gleich große Herzen haben müssen; da jedoch einem bestimmten Gewicht eine normale Körpergröße entsprechen muß, so sind die Individuen, die ein größeres oder kleineres Maß als das dem Gewicht entsprechende haben, hinsichtlich ihrer Körperhöhe

als abnorm anzusehen. Und so haben denn auch die abnormen kleinen und abnorm großen Individuen gleichen Gewichtes gleich große Herzen. Dies bedeutet aber, daß der abnorm große Mensch ein relativ viel kleineres Herz hat als der abnorm kleine Mensch.

Die Körpergröße als solche hat also keinen besonderen Einfluß auf das Orthodiagramm. Sie wirkt nur durch das sie begleitende und ihr entsprechende Gewicht.

Aus diesem negativen Schluß erkennen wir schon die Bedeutung, die die Masse des Körpers auf das Orthodiagramm haben muß. Wir gehen auf diese Weise zum folgenden Kapitel über.

Ueber den Einfluß des Körpergewichts auf das Orthodiagramm.

Die Frage nach dem Einfluß des Gewichtes auf die Herzgröße ist von älteren Forschern in befriedigender Weise und mit besserem Erfolg bearbeitet worden, als die Frage nach dem Einfluß der Körpergröße. So fanden schon Müller und andere einen regelmäßigen Zuwachs des Herzgewichtes bei einem gleichzeitigen Zuwachs der Körpermasse. Dieser Zuwachs verlief jedoch nicht proportional, sondern in einem stetig abnehmenden Verhältnis. Nach ihm trat also eine Ersparnis am Motor ein.

Mit der Einführung der Orthodiagraphie erhielt man zuerst befriedigende Resultate in bezug auf den Einfluß der Größe des Körpers auf das Orthodiagramm, und so entstand die Frage, welcher von beiden Faktoren, Gewicht oder Größe, von stärkerem Einfluß auf das Orthodiagramm sein könnte. Dietlen, der diese Frage untersuchte, entschied sich zugunsten des Gewichtes, das von ausschlaggebender Bedeutung für das Orthodiagramm ist. Er bewies dies mit mathematischer Exaktheit und strengster Logik. Um dies zu beweisen, untersuchte er Fälle von gleicher Körpergröße, jedoch von verschiedenem Ge-

wicht und erhielt eine regelmäßige Zunahme der Orthodiagrammaße bei gleichzeitiger Gewichtszunahme. Auf diese Weise wurde der Einfluß, den etwa die Größe haben konnte, eliminiert.

Anfangs wählte er gleich große Individuen, teils Erwachsene, teils noch nicht Erwachsene. Da beide nur durch das Gewicht verschieden waren, so zog er den Schluß, daß dies der bedeutendste Faktor wäre. Uns erscheint hiermit das Alter als das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zwischen Erwachsenen und Unerwachsenen zu sein, und nicht das Gewicht; denn das Alter führt nicht nur den Gewichtsunterschied mit sich, sondern auch noch mancherlei andere Faktoren, wie Blutdruck, eine verschiedene Entwicklung der inneren Organe, wodurch größere Ansprüche an das Herz gestellt werden, usw. Uebrigens läßt sich dies auch folgendermaßen beweisen: Wenn auch in den meisten Fällen zwischen Erwachsenen und Unerwachsenen ein bedeutender Gewichtsunterschied besteht, so ist dieser nicht der Hauptfaktor im Unterschied der Herzgrößen, sondern das Alter bedingt denselben. Denn wenn wir Erwachsene und Unerwachsene gleichen Gewichts wählen, so haben die ersten doch bedeutend größere Herzen als die anderen, wie dies folgende Zahlen zeigen.

Gewicht	Unerwachsene			Erwachsene		
71—75	79,0	37,0	139,0	89,5	39,8	151

Dies alles gehört aber mehr ins Kapitel über den Einfluß des Alters.

Auch Schiefer wies deutlich den Einfluß des Gewichtes auf die Herzgröße nach, indem er Hunde erst eine Zeitlang hungern ließ und hierauf wieder mästete. Er wies hierdurch den Einfluß des Ernährungszustandes — der Zunahme und Abnahme des Gewichtes beim selben Individuum — auf die Herzgröße nach. Seine Untersuchungen führen also zum gleichen Ergebnis wie die von Dietlen.

Was jedoch ferner von großem Interesse wäre, ist die Frage,

ob innerhalb jeder Altersklasse das Gewicht den Hauptfaktor beim Zuwachs des Orthodiagramms bildet, oder ob in anderen Altersklassen auch die Größe einen bedeutenderen Einfluß als das Gewicht hat.

Daß das Gewicht je nach den Altersklassen eine verschieden starke Wirkung haben kann, ist aus folgendem zu ersehen. Ist, wie wir am Anfang gesagt haben, die Herzkraft und so auch die Herzgröße von der Größe des Stoffwechsels, diese aber wieder nur von der lebendigen Substanz — dem Protoplasma — des Individuums abhängig, so ist leicht zu ersehen, daß ein Zuwachs von sagen wir z. B. 2 kg bei einem Unerwachsenen mehr lebendige Substanz enthält, als dieselbe Gewichtszunahme bei einem Erwachsenen. Bei dem einen ist der Zuwachs in den Entwicklungsjahren hauptsächlich durch die Vergrößerung der Organe, also durch die lebendige Substanz bedingt, während er bei dem anderen hauptsächlich durch Fett oder Ballast verursacht wird.

Der Stoffwechsel muß also beim Unerwachsenen im Falle einer gleichen Gewichtszunahme des Körpers lebhafter als beim Erwachsenen sein.

Wir lassen nun die Diskussion der ermittelten Kurven, die den Einfluß des Gewichtszuwachses auf das Orthodiagramm veranschaulichen sollen, folgen.

Die Fälle wurden nach den aus Tabelle Nr. 3 zu ersehenden Gruppen eingeteilt, in die wie gewöhnlich die entsprechenden Herzmaße eingetragen wurden; die Mittelwerte wurden ebenfalls in ein Koordinatensystem eingetragen. Auf der Abszissen(XX)axe wurden die Gewichte in Kilogramm, auf der Ordinaten (YY)axe die Herzmaße in Millimetern verzeichnet.

Die drei Kurven (s. Fig. 2), die wir auf diese Weise erhielten, entsprechen wieder, wenn wir von oben nach unten gehen, dem Längsdurchmesser, dem Medianabstand links, und dem Medianabstand rechts, sie haben jedoch einen anderen Charakter als die vorigen.

Tabelle 3.

Alter in Jahren	Gewicht in kg Mittelwerte		Größe in cm	Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
24	51	unter 55	156,0	34	70,1	35,5	127,7
33	58	56—60	165,0	37	76,2	38,1	135,0
36	63	61—65	167,5	48	80,8	38,2	141,4
42	68	66—70	169,0	67	86,5	41,3	149,2
45	73	71—75	168,5	95	89,5	39,8	151,0
43	78	76—80	169,8	110	88,3	42,2	151,7
46	83	81—85	171,0	101	93,3	43,7	160,2
47	88	86—90	170,5	64	96,6	44,2	164,2
47	93	91—95	171,0	32	98,1	50,9	171,8
46	105	über 96	176,0	68	102,6	49,6	174,5

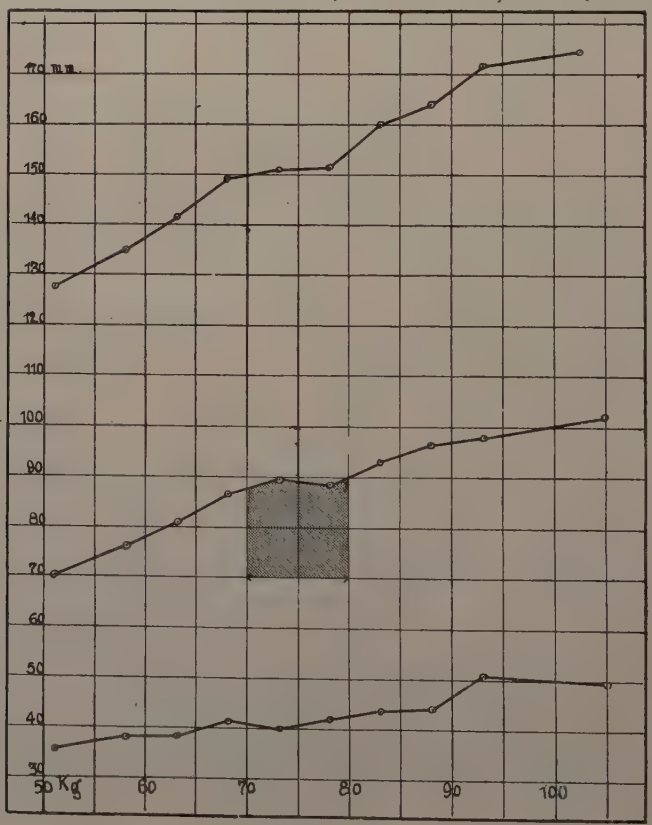


Fig. 2.

Sie sind ebenfalls ansteigend, zerfallen aber nicht mehr so deutlich wie die vorigen in drei Abschnitte, sie sind gleichmäßiger ansteigend. Doch läßt sich auch hier eine geringe Abflachung auf einer kurzen Strecke bemerken. Dies würde der horizontalen Strecke der vorigen Kurven entsprechen. Diese kurze Strecke ist aber viel steiler als die vorige. Ferner läßt sich hier gegen Ende der Kurven eine immer geringere Neigung zum Anstieg bemerken. Sie haben die Tendenz, wagerechter zu werden. Der flachere Teil liegt hier zwischen den Gewichten von 68 und 78 kg. Es ist leicht verständlich, warum hier auch der Längsdurchmesser mehr als der Medianabstand links und Medianabstand rechts wächst.

Das Verhältnis des Zuwachses des Längsdurchmessers zum Medianabstand links ist $= 47 : 32 = 1{,}47$;
das des Medianabstandes links zum Medianabstand rechts $32 : 20 = 1{,}6$.

Die Herzmaße selbst verhalten sich bei den leichtesten und bei den schwersten Individuen:

1. Für den Längsdurchmesser zum Medianabstand links wie

$$128 : 70 = 1{,}82,$$

und der Medianabstand links zum Medianabstand rechts wie

$$70 : 35 = 2.$$

2. Ist das Verhältnis vom Längsdurchmesser zum Medianabstand links

$$= 174 : 102 = 1{,}7,$$

das des Medianabstands links zum Medianabstand rechts

$$= 102 : 50 = 2.$$

Auch hier haben sich die Verhältnisse wenig verändert, das Herz hat sich also gleichmäßig vergrößert.

Endlich sehen wir noch aus den Zahlen der Tabelle Nr. 3, daß der Längsdurchmesser der Gewichtszunahme nicht parallel geht, denn während das Körpergewicht von 51 zu 105 kg an-

steigt, sich also verdoppelt, wächst der Längsdurchmesser nur von 128 bis 175 mm, also 1,3 seiner Länge.

Dieses führt zu denselben Schlüssen wie hinsichtlich der Größe, schwerere Individuen haben also auch relativ kleinere Herzen als leichtere. Uebrigens ist dies ein Gesetz von allgemeiner Geltung, welches für dieselbe Tierart wie auch für verschiedene Tierspezies bestehen bleibt. So fand Robinson, daß das Verhältnis des Körpergewichtes zum Herzgewicht

bei einem kräftigen Mann = 1 : 240,
bei einem Kinde = 1 : 160

ist, und ferner, daß dies Verhältnis

beim Ochsen = 1 : 246
und bei der Maus = 1 : 167 ist.

Daß nun diese Form der Kurve durch eine ungleichförmige Verteilung der Faktoren, welche das Herz beeinflussen, bedingt wäre, ist auch hier auszuschließen; denn wenn auch der erste Teil der Kurven durch die Größenzunahme des Körpers sowie die Alterszunahme, die zu Anfang die Gewichtszunahmen begleiten, erklärt werden könnte, so sehen wir doch, daß die Kurven weiter mit zunehmendem Gewicht ansteigen, obwohl Alter und Größe sich nunmehr kaum noch verändern.

Die Darstellung des Einflusses der Körpergröße bei Individuen gleichen Gewichtes auf die Herzmaße ergab ein negatives Resultat. Dagegen konnten wir ebenso wie Dietlen nachweisen, daß der Einfluß des Körpergewichts auf das Orthodiagramm sehr bedeutend war, unter Zugrundelegung von verschieden schweren Individuen von annähernd gleicher Körpergröße.

Die Zahlen zeigen eine deutliche Zunahme der Herzmaße. Auf diese Weise ist ein Einfluß der Größe, der innerhalb bestimmter Grenzen an und für sich schon sehr unbedeutend ist, ausgeschlossen.

Weiter wurden nicht nur die Herzmaße für eine Größen-

Tabelle 4.

Größe in cm	151—1555			156—160			161—165			166—170			171—175			176—180			181—185		
Gewicht in kg	M. l.	M. r.	L.	M. l.	M. r.	L.	M. l.	M. r.	L	M. l.	M. r.	L.	M. l.	M. r.	L.	M. l.	M. r.	L.	M. l.	M. r.	L.
55—60	69,6	53,0	144,0 3*	78,8	35,1	135,3 6	80,2	35,9	135,0 10	68,8	41,0	131,5 9	97,0	33,8	134,6 9						
61—65				91,5	31,0	145,0 4	72,1	38,0	136,6 8	84,3	39,3	143,2 19	79,3	36,8	138,6 13	80,0	41,2	139,4 4			
66—70	88,0	41,3	140,3 3	93,0	48,3	166,0 6	89,8	43,2	153,1 21	84,6	39,2	140,1 20	85,8	39,2	155,8 10	78,6	39,8	134,2 8			
71—75				89,3	38,5	152,7 9	89,7	42,5	157,8 22	88,5	37,9	149,9 29	87,5	41,5	152,5 18	85,2	38,8	147,6 16			
76—80				96,3	48,3	170,6 6	89,4	42,4	152,1 22	91,2	45,5	155,5 28	89,0	39,8	148,9 28	88,9	41,4	145,4 16	84,3	34,5	147,1
81—85							94,3	46,7	158,2 17	91,5	45,4	159,5 32	91,8	43,8	158,4 28	98,9	36,4	164,2 11	78,4	44,6	158,2 5
86—90							97,0	44,0	161,8 6	97,3	45,1	163,6 23	99,2	44,2	169,4 21	95,6	37,3	153,6 9			
91—95							103,1	51,0	170,0 7	94,6	50,9	166,0 11	103,7	51,2	178,1 8	95,2	45,7	163,5 8			
über 96							110,3	42,3	177,0 3	108,2	47,8	181,1 11	101,0	49,5	170,0 23	97,4	46,6	172,0 15	100,5	53,0	178,5 12

* Zahl der Fälle.

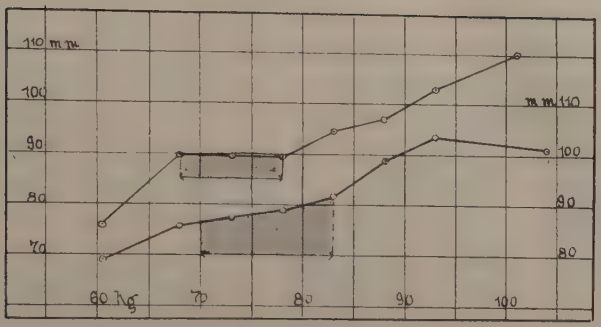
gruppe mit wachsendem Gewicht, sondern für jede Größengruppe überhaupt ausgerechnet. Auf diese Weise konnte die Tabelle Nr. 4 aufgestellt werden, deren Vertikalreihen bei gleicher Größe die Variationen der Herzmaße mit der Gewichtszunahme erkennen lassen; die horizontalen Reihen ergeben bei gleichem Gewicht die Variation dieser Maße mit der Größenzunahme.

Während nun die horizontalen Reihen gar kein regelmäßiges Wachsen erkennen lassen, weder in der Richtung einer Zunahme noch in der einer Abnahme der Herzmaße — eher vielleicht eine unbedeutende unregelmäßige Abnahme — findet man, wenn auch durch Schwankungen unterbrochen, in den Vertikalreihen ein deutliches Anwachsen aller Herzmaße, d. h. also mit der Gewichtszunahme.

Man hätte nun die so gewonnenen Zahlen einer Vertikalgruppe in einer Kurve darstellen können. Allein die so konstruierten Kurven haben sicher nur einen geringen Wert, wegen der zu geringen Anzahl von Fällen, die jeder Gruppe zugeteilt werden und aus denen nachher die Mittelwerte der Herzmaße ausgerechnet werden mußten. Da die Fälle auch nicht alle normale Fälle sind, so werden die Schwankungen viel zu groß. Trotzdem entwarfen wir zwei Kurven, die nur die Variationen des Medianabstandes links mit der Gewichtszunahme darstellen, und zwar für die Fälle annähernd gleicher Körpergröße. Die Zahlen, die zu dieser graphischen Darstellung gedient haben, kann man in der obigen Tabelle Nr. 4, in der Größengruppe von 161—165 und 171—175 finden. Diese Kurven, denen freilich nicht der Wert der vorigen beizumessen ist, sollen nur zur Veranschaulichung dessen dienen, was im folgenden auseinandergesetzt werden soll.

Von der Idee ausgehend, daß jeder Größe auch ein entsprechendes Gewicht zukommt, das innerhalb bestimmter normaler Grenzen schwanken kann*, stellen wir uns nun die

* Wir nehmen für diese Gewichtsschwankung, die einer be-



Fragen: Wie wird das Orthodiagramm sich bei Individuen von bestimmter Größe verändern, wenn das Gewicht zunimmt; hauptsächlich aber, wie wird es sich bei einer Gewichtszunahme innerhalb der normalen Grenzen verhalten?

Die obere Kurve stellt die Variation des Medianabstandes links mit der Gewichtszunahme für Individuen von 161—165 cm Körpergröße, die untere Kurve dieselbe Variation für Individuen von einer zwischen 171—175 cm schwankenden Körpergröße dar.

Beide zeigen einen horizontalen oder wenig ansteigenden mittleren Teil, gerade an der Stelle, die der normalen Gewichtsschwankung für die betreffende Größe entspricht. Bei der einen genau zwischen 68 und 78 kg, bei der anderen etwa bei 70 bis 83 kg. Auch diese Kurven weisen mit genügender Deutlichkeit die drei schon öfters besprochenen Abschnitte auf. Es scheint, daß man hieraus den folgenden Schluß ziehen kann: Obwohl die Gewichtszunahme auf das Orthodiagramm einen starken positiven Einfluß hat, scheint dieser Einfluß doch innerhalb der Grenzen der physiologischen Schwankungen des Gewichtes bei gegebener Körpergröße geringer zu sein.

---

stimmten Größe entspricht, aus praktischen Gründen etwa 10 % des normalen Gewichtes an. So würde z. B. für die Größe von 165cm das normale Gewicht 61 kg betragen, es kann aber nach der obigen Annahme 55—67 kg schwanken.

Nun läßt sich auch erklären, woher die kurze Strecke, die eine Abflachung in der ursprünglichen Originalkurve darstellt, herrührt: sie ist nichts anderes als der übrigbleibende Rest jenes wagerechten Teils der Kurven, die die Variation der Herzgrößen bei bestimmter Körpergröße und zunehmendem Gewicht darstellen, wenn dieselben einzeln übereinander gelegt werden.

Endlich wurde noch eine Reihe von Kurven konstruiert, die mit derselben Klarheit den Unterschied des Einflusses beider Faktoren, der Größe und des Gewichtes, erkennen lassen. Zu diesem Zweck teilten wir die zur Verfügung stehenden Fälle nach folgenden Grundsätzen in drei Gruppen ein.

Konstruiert man graphisch nach den Queteletschen Zahlen die Kurve, die für jede Körpergröße das entsprechende Gewicht abgibt, wobei wir aus praktischen Gründen eine 10%ige Gewichtsschwankung als normal mitverzeichnen, so teilt sich das gesamte Feld, in dem jeder Fall graphisch nach Größe und Gewicht dargestellt werden könnte, in drei Gebiete ein:

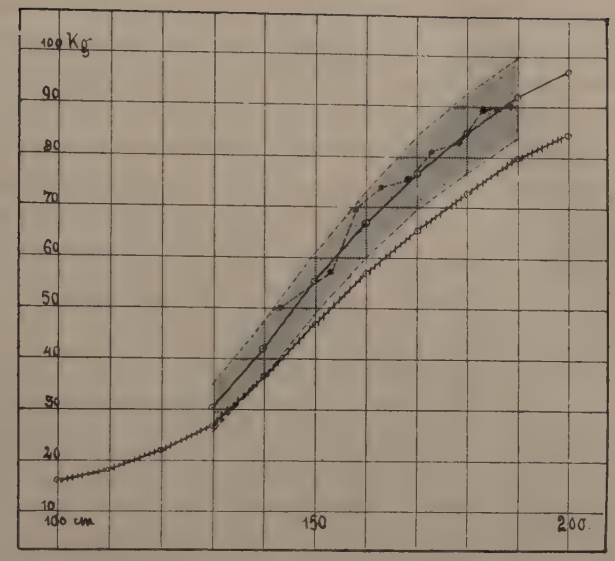
1. In das engbegrenzte Mittelfeld fallen alle Individuen, die in bezug auf Größe oder Gewicht normal sind.

2. In das obere Gebiet alle die, die im Verhältnis zu ihrer Größe zu schwer, oder im Verhältnis zu ihrem Gewicht zu klein sind, und

3. in das untere Gebiet alle Individuen, die im Verhältnis zu ihrer Größe zu leicht oder im Verhältnis zu ihrem Gewicht zu groß sind.

Es war nun der Einfluß auf das Orthodiagramm zu untersuchen, den die normalen, die zu schweren und die zu leichten Individuen durch ihr wachsendes Gewicht oder Größe innerhalb dieser drei Gebiete ausüben.

Bevor dies jedoch geschah, wollten wir uns überzeugen, ob die Queteletschen Zahlen auch für unsere Fälle übereinstimmen. Wenn für jede Größe die Mittelwerte der Gewichte ausgerechnet werden, die gleichzeitig mit jener Queteletschen



-Ungefähre Grenzen des Normalen der
-von unseren Fällen erhaltenen Kurve.

Kurve nach Quetelet.

Fig. 3.

Kurve graphisch dargestellt wurden (vgl. Fig. 3), so ergab sich bei sehr ähnlichem Verlauf eine etwas unregelmäßigere, aber höher stehende Kurve, d. h. die der Untersuchung unterworfenen Personen hatten größere Gewichtsmittelwerte, waren also im allgemeinen schwerer.

Auf Grund dieser Zahlen wurden abermals unter Berücksichtigung einer 10%igen willkürlich gewählten Gewichtsschwankung die Grenzkurven der Gewichtsschwankungen konstruiert und die Fälle innerhalb der so gefundenen drei Gebiete in drei Gruppen geordnet.

Die so gewonnenen Kurven, die wegen der ungenügenden Zahl der Fälle, aus denen die Mittelwerte gewonnen werden konnten, nicht sehr regelmäßig sind und manche schroffe Schwankungen aufweisen, ergeben nicht viel Neues.

Betrachten wir zuerst die Kurven, die die Variationen der Herzmaße bei den drei Gruppen von Fällen mit zunehmender Körpergröße darstellen, so sehen wir, daß wir für jede der drei gewählten Herzmaße (es sind nur der L und ML eingezeichnet) drei parallel übereinander liegende Kurven erhalten, von denen

1. jede für sich jener ursprünglichen Kurve ähnlich ist, die wir am Anfang dieser Abhandlung im Kapitel über den Einfluß der Körpergröße auf das Orthodiagramm besprochen haben,

2. sehen wir weiter, daß der Einfluß der Größe der gleiche ist für die außergewöhnlich schweren wie für die abnorm leichten, und für die normalen Fälle

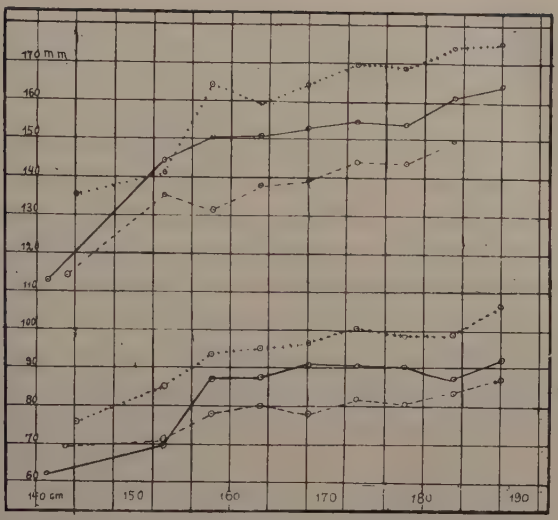
3. verlaufen die Kurven übereinander ziemlich parallel, die Kurve, die den zu schweren Fällen entspricht, ist die oberste; die untere entspricht den abnorm leichten, die mittlere den normalen Fällen.

Aus diesen Kurven, die in Fig. Nr. 4 A dargestellt sind, erkennen wir gleichfalls den doppelten Einfluß von Größe und Gewicht.

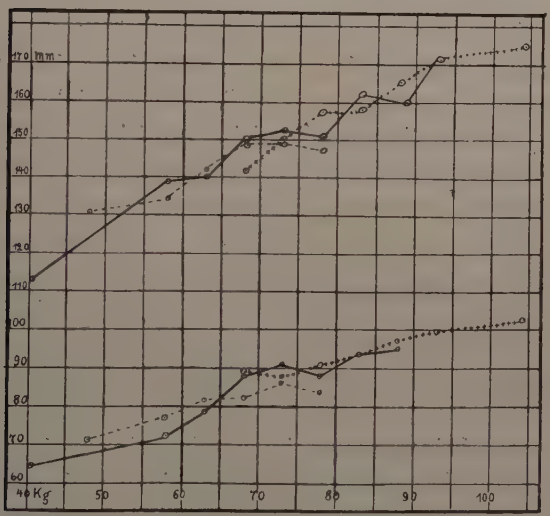
Obwohl die Fälle hier ihrer Größe nach klassifiziert sind, so zeigen die Kurven in ihrer vertikalen Folge, daß die zu schweren Individuen im Vergleich zu denen von normalem Gewicht und den zu leichten die größten Herzen haben. Obwohl somit diese Kurven den Einfluß der Körpergröße darstellen, erkennt man aus ihnen doch auch den Einfluß der Schwere.

Dieselben drei Gruppen von Fällen wurden nun nach dem Körpergewicht klassifiziert, und damit erhielten wir für jedes der drei Herzmaße wieder drei Kurven, die in bezug auf das Gewicht der Fälle den übermäßig großen und übermäßig kleinen, sowie denen von normaler Größe entsprechen. Diese Kurven, weit entfernt parallel zu sein, decken und kreuzen sich (s. Fig. Nr. 4 B) in unregelmäßiger Weise. Jede einzelne Kurve hat einen ziemlich unregelmäßig, aber kontinuierlich ansteigenden Charakter, der jedoch Schwankungen und wagerechte Teile aufweist, ähnlich jener ursprünglichen Kurve (vgl. Fig. Nr. 2),

A



B



A) Kurve der zu schweren Individuen
„ „ norm, schw. „
„ „ zu leichten „

B) K. d. zu großen Ind.
„ „ „ norm. gr. „
„ „ kleinen Indiv.

Fig. 4.

die den Einfluß des Gewichtes auf das Orthodiagramm darstellt. Die drei Kurven, welche die Schwankungen eines Orthodiagrammaßes mit dem Gewichtszuwachs für die zu kleinen, normalen und zu großen Fälle darstellt, ergeben auch hier ein negatives Resultat. Aus der Verworrenheit dieser Kurven erkennen wir aber, daß bei demselben Gewicht zu große, zu kleine, sowie normal große Individuen im wesentlichen relativ zu ihrem Gewicht ein gleich großes Herz besitzen können. Hierbei möchten wir noch erwähnen, daß hinsichtlich der Wirkung des Gewichtes auf das Orthodiagramm die dadurch bedingten Variationen noch am ehesten mit den Variationen der Herzgröße übereinstimmen. Auf die Wirkung der Körpergröße trifft dies vielleicht nicht ganz zu, denn infolge der Größenveränderungen des Individuums treten auch Thoraxveränderungen ein, die natürlich die Lage des Herzens verändern.

Nachdem nun auch die große Bedeutung der Wirkung des Gewichtes auf die Herzgröße gezeigt werden konnte, und die geringe Bedeutung der Wirkung der Körpergröße als solche auf das Orthodiagramm nachgewiesen ist, da die Körpergröße nur in Verbindung mit einem bestimmten Gewicht als wirksam gelten kann, gehen wir zur Betrachtung eines neuen Faktors über, der durch seine mechanische Wirkung von großem Einfluß ist.

Ueber die Wirkung des Blutdruckes auf das Orthodiagramm.

Folgende Sätze sind in der Biologie fast zu Axiomen geworden: Die Funktion bildet Organe, vermehrte Funktion vergrößert die Organe.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß das Herz sich bei vermehrter Arbeit ebenfalls vergrößern muß. Dies wurde auch durch die Arbeiten Schieffers bewiesen, der bei verschieden schweren Berufen auch verschieden große Herzen fand, weiter fand er, daß das Herz sich während des Militärdienstes ebenfalls vergrößert. Hier war die Herzvergrößerung der zunehmenden Muskelmasse parallel, das Gewicht spielte also auch hier

wieder die Hauptrolle. Auch andere Arbeiten Schieffers über Radfahrer, sowie Arbeiten von Dietlen und Moritz über Sportleute bewiesen, daß die vermehrte Arbeit die Ursache der Herzvergrößerung ist, denn bei zu großen Anstrengungen nimmt die Herzgröße mehr zu, als dies der zunehmenden Muskelmasse entsprechen würde. In den vorigen Ausführungen war es in letzter Instanz auch die vermehrte Arbeit, die das Herz vergrößerte; nirgends ist dies aber so deutlich zu erkennen, wie hier, wo das Herz verschieden große Widerstände zu überwinden hat. — Einmal schleudert es sein Schlagvolumen Blut gegen eine Blutsäule, die unter dem Druck von 100 mm Hg steht, ein anderesmal gegen eine solche von 175 mm Hg. Der Unterschied des zu überwindenden Widerstandes ist also klar zu erkennen.

Indem das Herz diesen Widerstand überwindet, leistet es im mechanischen Sinne des Wortes eine Arbeit. Es soll hier nicht auseinandergesetzt werden, wie man zu der folgenden Formel gelangt ist, laut der die Arbeit A des Herzens gleich dem Prodrukt aus Blutdruck p und Schlagvolumen v, also $A = p \cdot v$ ist.

Diese Arbeit ist von der Kraft des Herzens abhängig, diese ist aber eine Funktion der Muskelmasse. Vermehrte Arbeit wird vermehrte Kraft und so auch eine vermehrte Muskelmasse erfordern. Wir werden im folgenden nur den Einfluß von p, also den Einfluß des Druckes, der in den Arterien herrscht, auf das Orthodiagramm studieren; der zweite Faktor, das Schlagvolumen, muß hier, da es am Lebenden nicht festzustellen ist, unberücksichtigt bleiben.

Da wir im folgenden die Wirkung verschiedener Druckwerte, also auch gesteigerte, ja sogar sehr erhöhte Druckwerte untersuchen werden, so müssen auch die Herzen, welche gegen solche pathologischen Widerstände arbeiten, pathologische Veränderungen darbieten, wie Hypertrophie, die teils zur Kompensation des Kreislaufes notwendig sind, und die teilweise zu Dilatation führen. Dilatiert und hypertrophiert werden teil-

weise auch manche unter den uns zur Verfügung stehenden Herzen, unter solchen mit normalem Druck gewesen sein, die in dieser Beziehung nichts Abnormes darboten. Wir wollen also im folgenden das Gesetz suchen, das das Verhältnis zwischen Blutdrucksteigerung und Herzvergrößerung regelt.

Diese Vergrößerung bei Steigerung des Blutdruckes über die Normalwerte hinaus ist, wie oben schon erwähnt, nicht in demselben Sinne zu nehmen wie diejenigen, die bei Zunahme der Körpergröße und des Gewichtes eintreten. Diese Vergrößerungen sind als Hypertrophien, Dilatationen und Dilatationen mit Hypertrophien aufzufassen, auch beeinflussen sie in unserem Falle, wo wir es mit Steigerungen im Aortensystem zu tun haben, hauptsächlich den linken Ventrikel. Die Ergebnisse über den Medianabstand links werden hier die wertvollsten sein.

Was nun die einschlägige Literatur betrifft, so sind unsere Bemühungen in dieser Richtung erfolglos geblieben. Es scheint also nicht unrichtig zu sein, wenn die Antwort auf diese Frage nur auf Hypertrophie und Dilatation lautet. Dem Anatomen war die Lösung dieser Fragen unmöglich, da er auf Leichen angewiesen war, in deren Gefäße kein Blutdruck mehr vorhanden ist.

Versuche, die mittleren Herzmaße für jeden Druck zu finden, sind, soweit uns bekannt, noch nicht gemacht worden. Daß wir diesen Dimensionen keinen großen praktischen Wert beilegen, ist klar, es lag auch gar nicht in unserer Absicht, praktische Mittelwerte aufzustellen. Es sollte nur anschaulich gemacht werden, in welcher Weise sich das Herz dem steigenden Blutdruck anpaßt. Bei der Klassifizierung der Fälle nach dem Blutdruck wurde zuerst der Maximaldruck zugrunde gelegt — der nach der Methode des völligen Verschlusses mit dem Apparat von Recklinghausen gemessen wurde. — Dieser Wert ist in der Praxis leichter, genauer und einfacher zu finden, als der Minimaldruck.

Die Klassifikation schien anfangs nicht sehr befriedigend zu sein, denn das Herz hat ja bei seiner Arbeit das Schlag-

volumen nicht von Anfang an gegen diesen hohen Druck zu schleudern, es muß zuerst den Minimaldruck überwinden und mit dem allmählichen Uebertritt eines immer größeren Teiles des Schlagvolumens steigt der Druck in der Aorta, gegen welchen das Herz zu arbeiten hat, bis zum Maximaldruck. Die Arbeit, die das Herz somit zu leisten hat, ist in unmittelbarer Weise vom Mitteldruck als vom Maximaldruck abhängig. Deshalb wurde eine zweite Klassifikation auf Grund des Mitteldruckes vorgenommen. Es soll hierbei gleich erwähnt werden, daß die Ergebnisse ziemlich dieselben waren wie diejenigen, die für den Maximaldruck erhalten wurden. Die Zahlen, die wir auf diese zweite Art ermittelten, lagen innerhalb der Fehlergrenzen jener durch die erste Methode erhaltenen Werte. Die ersten Einteilungen schlossen geringe Druckschwankungen von nur 5 mm Hg ein, die Zahlen, die wir erhielten, verliehen der Kurve bei ziemlich unregelmäßigem Verlauf doch den weiter unten angegebenen Charakter.

Folgende Fehlerquelle, die sich hier hauptsächlich bemerkbar macht, erklärt vielleicht die unregelmäßigen Schwankungen bei der oben angegebenen Klassifizierung. Mit der Blutdrucksteigerung dilatiert und hypertrophiert sich das Herz, es wird größer, und so werden wir bei der Einteilung der Fälle in den hohen Druckgruppen auch große Herzmaße eintragen müssen. Dies wiederholt sich solange der Kreislauf gut kompensiert bleibt. Bei Erlahmung der Herzkraft dilatiert sich das Herz weiter, es wächst also im Orthodiagramm, dabei fängt der Blutdruck aber an zu sinken, wir werden daher in einer Rubrik mit geringerem Druck als die vorherige, die auch im allgemeinen kleinere Herzmaße enthält, größere Herzdimensionen eintragen müssen, als es die vorigen waren. Diese Zahlen werden natürlich plötzliche und unregelmäßige Schwankungen hervorrufen, wenn sie sich zufällig in einer Gruppe anhäufen.

Diese Fehler konnten wir ziemlich leicht ausschalten, indem wir erweiterte Klassifikationsgruppen mit zahlreicheren Fällen zusammenstellten. Diese Gruppen umfaßten Fälle inner-

halb einer Druckschwankung von 25 mm Hg, wie es die folgende Tabelle Nr. 5 zeigt.

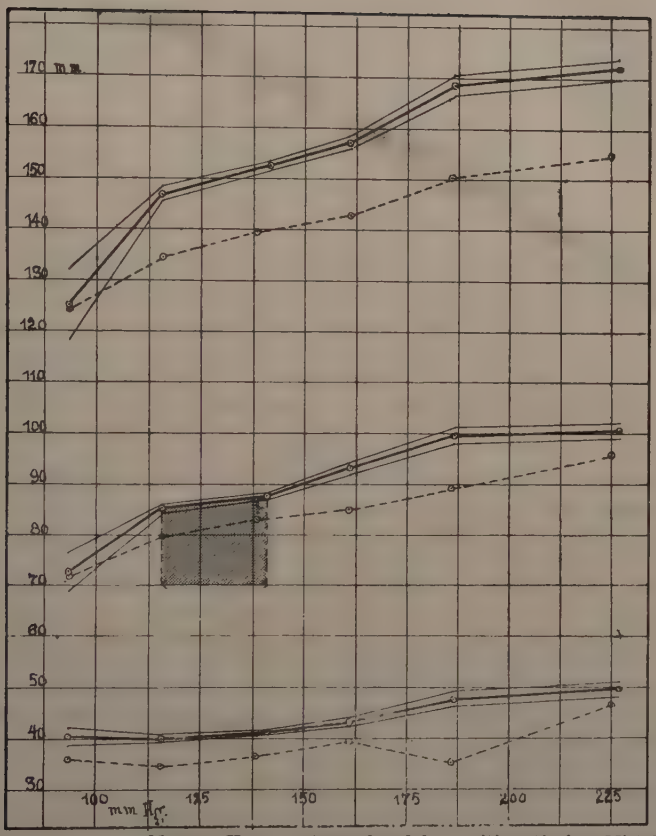
Tabelle Nr. 5.

Alter in Jahren	Blutdruck in Mittelwerte	mm Hg	Gewicht in kg	Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
24	93,2	unter 100	54	11	72 8	40,4	125,0
38	115,5	101—125	74	200	85 2	39,8	146,9
41	141,5	126—150	77	280	87 4	41,2	152,5
46	160,8	151—175	80	145	93,0	43,0	157,2
51	186,9	176—200	79	56	99,5	47,5	168,4
53	226,9	über 201	82	58	100,6	49,5	172,1

Die drei Kurven, die auf diese Weise erhalten wurden und in Fig. Nr. 5 dargestellt sind, nehmen nach ihrer Form eine Mittelstellung innerhalb jener für Größe und Gewicht erhaltenen ein. Sie haben in ihren Hauptzügen ebenfalls einen ansteigenden Charakter, und zerfallen in drei Teile, zwei sind zu Beginn und gegen Ende der Kurve steil, dazwischen liegt wieder eine mittlere, flachere Strecke.

Der ansteigende letzte Abschnitt, der anfangs steiler ist, endigt ebenfalls plateauförmig, d. h. die Herzgröße nimmt mit weiter zunehmendem Druck nur unbedeutend zu. Was uns hier ferner interessiert, ist abermals der flache mittlere Teil, also derjenige Teil, der angibt, daß trotz einer stetigen Blutdrucksteigerung die Herzgröße sich nur wenig verändert. Dieser flache Teil ist am deutlichsten beim Medianabstand links zu erkennen. Er besteht auch beim Längsdurchmesser und scheint auch beim Medianabstand rechts vorhanden zu sein.

Was den Medianabstand links betrifft, so sehen wir, daß der flache Teil der Kurve sich zwischen den Druckhöhen von 115—142 mm Hg befindet. Zwischen denselben Druckhöhen, ja sogar noch etwas höheren Werten von 120—145 mm Hg, findet sich auch der flachere Teil der Kurve des Längsdurchmessers. Nach Recklinghausen schwanken aber die



Männer-Kurve entsprechend dem arithmetischen Mittelwerte

Grenzen, innerhalb deren die wahren Werte liegen

Frauen-Kurve.

Fig. 5.

normalen Höhen des Blutdruckes zwischen 110—140 mm Hg. Diese Zahlen entsprechen genau den Werten, innerhalb deren das Herz bei stetiger Blutdrucksteigerung keine bedeutende Vergrößerung erleidet.

Was nun den Zuwachs der drei Orthodiagrammaße bei einer Blutdrucksteigerung von 93 bis auf 227 mm Hg betrifft, so verhalten sich:

der M. l. zu M. r. wie 28 : 9 = 3,1
der Längsd. zu M. r. wie 47 : 9 = 5,2 und
der Längsd. zu M. l. wie 47 : 28 = 1,6;

d. h. die Vergrößerung des M. r. ist dreimal kleiner als die des M. l.

Während früher das Verhältnis des M. l. selbst zum M. r. für einen Blutdruck von 93 mm Hg = 73 : 40 = 1,8 war, ist es nun bei einem Druck von 227 mm Hg = 101 : 49 = 2 geworden.

Dies Verhältnis ist also nicht das gleiche geblieben, der M. l. ist absolut und auch relativ mehr gewachsen als der M. r. Da dieses Maß aber ein Maß für den linken Ventrikel ist, so können wir das oben Gesagte einigermaßen auf diesen Ventrikel beziehen.

Wenn wir nun für die anderen Verhältnisse dieselben Rechnungen ausführen, so erhalten wir folgendes Resultat:

1. Der Zuwachs des Längsdurchmessers ist 1,6 größer als der des Medianabstandes links, und 5,2 mal größer als der des Medianabstandes rechts.

2. Das Verhältnis des Längsdurchmessers selbst zum Medianabstand links ist einmal bei 93 mm Hg = 125 : 73 = 1,7 und bleibt das anderemal bei 227 mm Hg = 172 : 101 = 1,7; es findet also wohl ein absoluter Zuwachs des Längsdurchmessers statt, aber kein relativer. Diese beiden Herzmaße wachsen proportional.

Was nun endlich das Verhältnis des Längsdurchmessers zum Medianabstand rechts betrifft, so ist es im ersten Falle

= 125 : 40 = 3,1, im zweiten
= 172 : 49 = 3,5.

Das beweist, daß der Längsdurchmesser absolut und relativ im Verhältnis zum Medianabstand rechts gewachsen ist.

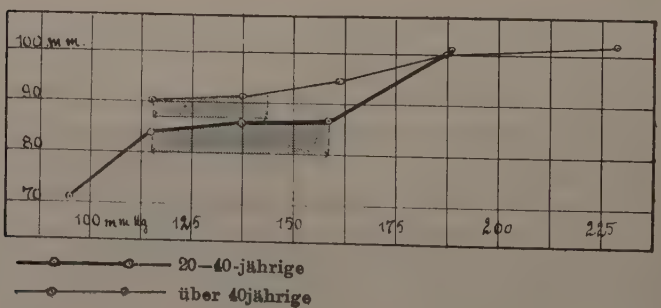
Zusammenfassend können wir sagen, 1. daß der Medianabstand rechts relativ weniger wächst, als der Medianabstand links und der Längsdurchmesser, und 2. daß der Medianabstand links und der Längsdurchmesser gleichzeitig in demselben Verhältnis wachsen, daß der Blutdruck sie also beide gleich stark beeinflußt.

Betrachten wir nun nochmals die Kurven etwas näher und suchen wir festzustellen, ob nicht etwa eine unregelmäßige Verteilung der verschiedenen Faktoren, wie Alter oder Gewicht, außer dem Blutdruck, an deren Form Schuld haben konnte.

Nach der großen Bedeutung, die wir der Gewichtszunahme beigelegt haben, müssen wir, um objektive Daten zu erhalten, nur die Fälle von normaler Schwere auswählen. Die übermäßig schweren wie die übermäßig leichten mußten wir daher ausschalten. Es wurde deshalb noch eine dritte Gruppierung vorgenommen, wobei nur die Fälle, die sich im Mittelfeld der Figur Nr. 3 — der vorigen Einteilung — befinden, also nur die normal schweren Individuen gewählt wurden. Die auf diese Weise erhaltene Kurve weicht nur unbedeutend von der vorigen ab, sie unterscheidet sich vielleicht nur dadurch von ihr, daß sie einen etwas längeren, flachen, mittleren Teil aufweist. Wenn wir uns nun noch in der Tabelle Nr. 5, die zur Konstruktion der ersten Druckkurve gedient hat, das Mittelgewicht jeder Druckgruppe ansehen, so werden wir finden, daß kein Parallelgehen von Gewichtssteigerung und Anwachsen der Herzmaße zu bemerken ist. Das Gewicht kann hier als ein konstanter Faktor angesehen werden, denn außer seiner ersten Steigerung von 54 bis auf 74 kg schwankt es nur in geringem Grade zwischen 74 und 82 kg, wofür nach der Kurve der Fig. Nr. 2 die entsprechenden Werte des Medianabstandes links 89 und 92 mm sind; statt

dessen schwankt hier dasselbe Maß zwischen 85 und 102 mm. Der Einfluß des Gewichtes ist also ziemlich ausgeschlossen. Ein anderer Faktor scheint aber (vergl. Tabelle Nr. 5) regelmäßig mit der Blutdrucksteigerung zu steigen — vielleicht wirkt er in starkem Grade mit —, dieser Faktor ist das Alter. Wie sich Alter und Blutdruck zueinander verhalten, diese Frage werden wir im nächsten Kapitel behandeln. Um hier jedoch den Enifluß dieses Faktors auszuschalten, haben wir den Einfluß des Blutdruckes zwischen der Altersgrenze von 20 bis 40 Jahren gewählt. Auf diese Weise ist die Wirkung dieses Faktors ziemlich eliminiert. Das Alter wirkt ja, wie schon öfter wiederholt, nicht als solches, sondern durch eine Komplexion von Faktoren, die jeder einzelnen Altersgruppe eigen ist, und sich von der einen zur anderen Altersgruppe ändert. Die gewählte Altersgruppe von 20—40 Jahren ist die ärmste an Veränderungen aller Art, das Wachstum ist schon abgeschlossen und die Altersänderungen treten erst später ein.

Wenn man nun die nach dieser Einteilung gewonnenen Zahlen graphisch darstellt, ergibt sich eine der vorigen ganz ähnliche Kurve, nur daß wiederum der horizontale mittlere Abschnitt bedeutend länger ist. Dieser Abschnitt erstreckt sich von 120 bis zu 160 mm Hg. Ferner konnten wir die Kurve nicht bis über 185 mm Hg verfolgen, da in dieser Altersklasse keine höheren Druckwerte mehr zu finden waren.



Es wurde nun noch eine weitere Kurve für die Altersklasse der mehr als 40jährigen gezeichnet, in welcher die Altersveränderungen immer bedeutender wurden. Hier sieht die Kurve wieder anders aus. Zunächst fehlt ihr ein entsprechender Teil für niedrige Druckwerte, diese fehlten ja auch im höheren Alter. Hierauf zeigt sie einen ganz regelmäßig ansteigenden Charakter nach einer sehr kurzen, ziemlich horizontalen Strecke, die zwischen 120 und 140 mm Hg liegt. Die Form der Kurve hat sich gleichfalls verändert, die wagerechte Strecke ist kürzer und die ganze Kurve liegt höher, die Herzmaße sind also vergrößert, hierdurch gelangen wir, ohne es zu wollen, in die Region, wo der Einfluß des Alters sich deutlich bemerkbar macht. Wichtig ist hierbei die Verkürzung, die mit dem Alter an dem horizontalen Teil der Kurve eintritt, darüber wird aber noch am Schluß einiges zu sagen sein.

In diesem Kapitel war schon öfters von dem Einfluß des Alters auf den Blutdruck die Rede, wir gehen nunmehr zur Untersuchung dieses komplexen Faktors über.

Das Alter in seinem Einfluß auf das Orthodiagramm.

An Untersuchungen über den Einfluß, den das Alter auf die Herzgröße übt, war auch schon vor der Verwendung der Orthodiagraphie kein Mangel.

So fand schon Bizot, daß das Herz das ganze Leben hindurch wächst, nicht nur absolut, sondern auch relativ, wegen der Abnahme der Körperlänge wie des Gewichtes.

Beneke, der über reicheres Material verfügte, verfolgte die Frage genauer und fand folgendes Gesetz für das Wachstum.

Das Herz ist am Ende des zweiten Lebensjahres doppelt so groß wie am Ende des ersten, am Ende des siebenten Lebensjahres doppelt so groß wie am Ende des zweiten Jahres, von da an wächst das Herz immer langsamer.

Mit dem 15. Lebensjahre erreicht es ein Volumen von 150 bis 160 ccm. Während der Pubertät erfolgt wieder eine rasche

Volumzunahme von mindestens 100 ccm. Beneke verfolgte das Wachstum noch weiter.

Nach den Pubertätsjahren wächst das Herz nur sehr langsam, die Zunahme bis zum 50. Lebensjahre beträgt 1—1,5 ccm; nach dem 50. Lebensjahre scheint eine geringe Abnahme einzutreten, um das 70. Jahr tritt dagegen eine abermalige Zunahme ein.

In neuer Zeit war es wieder Dietlen, der diese Frage mit Hilfe der Orthodiagraphie bearbeitete. Seine Zahlen zeigen ebenfalls eine Zunahme mit dem Alter, ein Stationärbleiben des Längsdurchmessers in höherem Alter, von 60—70 Jahren, und sogar eine Abnahme des Medianabstandes links.

Dietlen hat auch eine Erklärung für das kontinuierliche Wachsen des Herzens mit steigendem Alter gegeben. Da er eine scheinbare durch Lageveränderungen des Herzens bedingte Vergrößerung des Schattens ausschaltete, nahm er eine wirkliche Vergrößerung an, die dadurch entsteht, daß mit dem steigenden Alter erhöhte Anforderungen an das Herz gestellt werden. Als solche betrachtete er die Arteriosklerose im großen Kreislauf und Altersveränderungen der Lungen, wie das Emphysem, das Widerstände im kleinen Kreislauf bedingt. Bis zu einer bestimmten Altersgruppe beeinflussen auch Größe und Körpergewicht das Orthodiagramm positiv mit steigendem Alter, da diese Faktoren ebenfalls mit dem Alter zunehmen.

Da jedoch zwischen dem 20. und 30. Lebensjahre das Wachstum vollendet ist und von da an der Körper eher allmählich an Größe abnimmt, und da ferner der Mensch, nach Quetelet, sein Maximalgewicht zwischen dem 30. und 40. Lebensjahre erreicht, so können diese Faktoren bis zu dem entsprechenden Alter wohl die Herzgröße beeinflussen, nicht aber, wenn diese Altersgrenzen überschritten werden.

Weiter meint Dietlen reagiert das Herz auf die erhöhten Anforderungen mit Hypertrophie und Dilatation, wobei das dilatative Moment um so mehr hervortreten muß, als der Herzmuskel selbst durch Rückbildungsprozesse geschädigt wird. Da

diese Prozesse, soweit sie sich in bestimmten Grenzen halten, bei allen Menschen auftreten, sind sie fast als physiologisch zu betrachten, und somit ist auch die Herzvergrößerung, die damit eintritt, als physiologisch anzusehen. Weiter führt Dietlen nach Thoma und Müller noch Beweise dafür an, daß die Vergrößerung des Herzens im Alter meistens auf Hypertrophie und nicht auf Dilatation beruht, denn die Herzen älterer Leute sind auch schwerer als die jüngerer Individuen.

Das Thema, das den Inhalt dieses Kapitels bildet, ist also eng begrenzt, wir haben nur noch die gewonnenen Kurven zu erläutern, sowie den materiellen Beweis für die wachsenden Widerstände, die mit dem steigenden Alter eintreten, zu erbringen.

Es sei hier noch bemerkt, daß eine genauere Verfolgung der Kurven für Individuen unter 10 Jahren, sowie für solche über 60 hinaus wegen mangelnden Materials unmöglich war. Auch der Teil der Kurven, der sich auf die Abschnitte zwischen dem 10. und 20. Lebensjahre bezieht, darf nicht mit zu großem Vertrauen betrachtet werden, da er sich für diese so wichtige Wachstumsperiode auf eine relativ viel zu geringe Anzahl von Fällen stützt. Wir hätten hierbei die Fälle in noch viel kleinere Gruppen, etwa von Jahresperioden, einteilen müssen, dazu fehlten uns jedoch gleichfalls die notwendigen Grundlagen. Der allgemeine Verlauf der Kurven läßt indessen die charakteristischen Veränderungen deutlich erkennen.

Um nun die Zahlen, die zur Konstruktion der Kurven notwendig waren, und die in Tabelle Nr. 6 eingetragen wurden, zu erhalten, sind die zur Verfügung stehenden Fälle in Gruppen von je 10 Jahren eingeteilt, worauf die entsprechenden Herzdiameter in die Tabelle eingetragen wurden.

Die drei so gewonnenen Kurven, die in Fig. Nr. 6 dargestellt sind, geben auf der Abszissen(XX)achse das Alter in Jahren und auf der Koordinaten(YY)achse die Herzgrößen in Millimetern an. Diese drei Kurven tragen einen von den drei vorigen verschiedenen Charakter.

Tabelle Nr. 6.

Druck in mm Hg	Alter in Jahren Mittelwerte		Gewicht in kg	Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
92	9	1—10	35	3	62,3	34,6	104,8
126	16	11—20	58	46	71,7	35,2	130,5
133	25	21—30	76	68	82,3	39,7	142,5
132	35	31—40	77	125	87,6	42,0	148,0
142	46	41—50	82	176	91,6	44,1	158,7
162	55	51—60	81	147	96,1	45,1	164,5
162	64	61—70	78	44	93,4	45,2	161,0

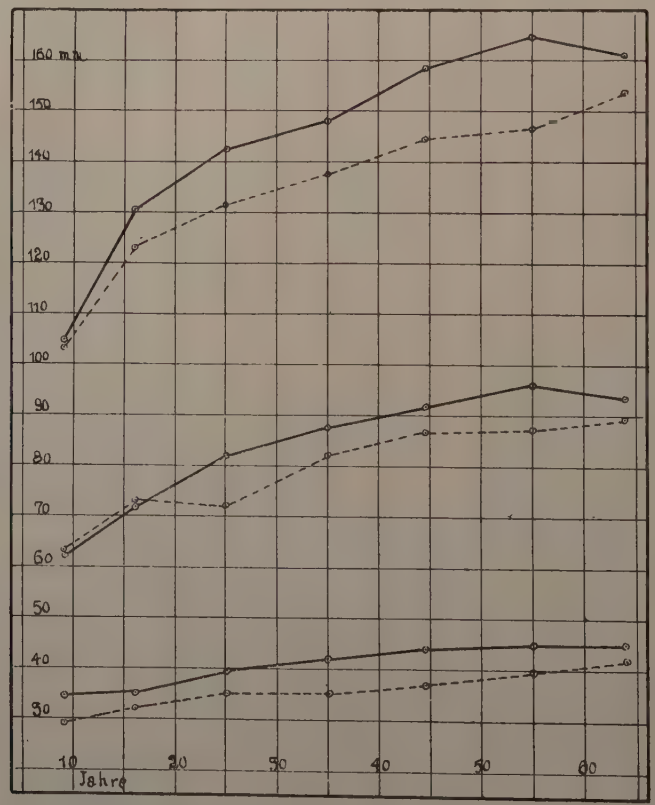


Fig. 6.

Betrachten wir speziell die mittlere Kurve, die die Zunahme des Medianabstandes links darstellt, so finden wir an ihr keinen einzigen charakteristischen Zug der vorigen Kurven wieder, bis etwa auf ein allgemeines Ansteigen; nebenbei haben sie eine nach oben gerichtete Konvexität.

Von dem mittleren flachen Teil ist nichts mehr zu erkennen. Der letzte Teil der oberen zwei Kurven des Längsdurchmessers und des Medianabstandes links, der früher immer noch ansteigend war, scheint hier ein wenig abzufallen.

Um nun genauer festzustellen, in welcher Weise diese Kurven ansteigen, wollen wir hier die einzelnen Unterschiede in der Zunahme der Herzmaße für die Perioden von je 10 Jahren nebeneinander hinschreiben. Diese Zahlen lauten für den Zuwachs des Medianabstandes rechts folgendermaßen:

$$+1,\ +4,\ +3,\ +2,\ +1{,}0;$$

für den Medianabstand links:

$$+10,\ +10,\ +6,\ +4,\ +4,\ -2;$$

endlich für den Zuwachs des Längsdurchmessers:

$$+25,\ +12,\ +6,\ +10,\ +6,\ -3.$$

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß die Kurven immer weniger ansteigen, daß also der Zuwachs des Herzens nicht dem Alter proportional ist, sondern in einem stetig abnehmenden Verhältnis wächst und endlich sogar negativ wird.

Betrachten wir nun wieder das Verhältnis der Zunahmen, die mit dem steigenden Alter eintreten, so verhalten sich diese, wenn man den ersten sowie den letzten Punkt der Kurven wegläßt, zueinander wie:

$24 : 10 = 2{,}4$ für das Verhältnis des M. l. zu M. r.
wie $34 : 10 = 3{,}4$ für das Verhältnis des Längsd. zu M. r.
und wie $34 : 24 = 1{,}4$ für das Verhältnis des Längsd. zu M. l.

Das Verhältnis der Herzmaße selbst ist für ein Alter von 16 Jahren =

72 : 35 = 2,1 für das Verhältnis des M. l. zu M. r.,
130 : 35 = 3,7 für das Verhältnis des Längsd. zu M. r. und
130 : 72 = 1,8 für das Verhältnis des Längsd. zu M. l.

Für das 55. Lebensjahr sind die Verhältnisse =

69 : 45 = 2,1,
164 : 45 = 3,6,
164 : 96 = 1,7.

Daraus ist folgendes zu entnehmen: Der Medianabstand links wächst vom 15. bis zum 55. Lebensjahre 2,4 mal stärker als der Medianabstand rechts, und der Längsdurchmesser 3,4 mal stärker als der Medianabstand links.

Was das relative Wachstum der Herzdimensionen betrifft, so sehen wir, daß der Medianabstand links im Vergleich zum Medianabstand rechts wohl absolut zunimmt, aber relativ dieselbe Größe beibehält. Das bedeutet, daß die Ursachen, die mit dem stetig wachsenden Alter zu einer Vergrößerung des Herzens führen, auf beide Herzseiten gleich einwirken. Auch das Verhältnis des Längsdurchmessers zum Medianabstand links bleibt dasselbe und ebenso das Verhältnis des Längsdurchmessers zum Medianabstand rechts.

Daß alle diese Verhältnisse gleich bleiben, spricht für ein gleichmäßiges Wachstum des Herzschattens nach allen Richtungen; nach Dietlen entspricht aber diese Schattenvergrößerung auch wirklich einer wahren und nicht bloß scheinbaren Herzvergrößerung. Uebrigens ist dies schon seit langer Zeit durch anatomische Arbeiten bewiesen worden.

Worauf aber dieses Wachsen beruht, auf Hypertrophie oder auf Dilatation, dies ist aus orthodiagraphischen Messungen nicht zu erschließen.

Noch eine andere Frage wäre hier zu streifen. Dietlen fand bei seinem Orthodiagramme im höheren Alter ein verhältnismäßig größeres Wachsen des Medianabstandes links als des Medianabstandes rechts. Er bezog dies auf eine Lageveränderung des Herzens, welches mit höherem Alter horizontaler

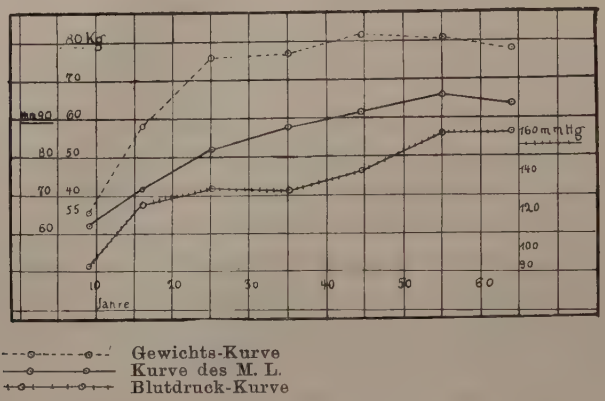
liegen muß, da mit steigendem Alter das Gefäßbündel nachgibt und es dem Herzen erlaubt, dem Tiefertreten des Zwerchfells zu folgen.

Unsere Untersuchungen ergaben aber keine Aenderung im Verhältnis des Medianabstandes links zum Medianabstand rechts bei höherem Alter, dieses Verhältnis für 16jährige wie für 55-jährige war und blieb = 2,1. Eine Aenderung dieses Verhältnisses ist nur in jüngeren Jahren zu bemerken, bei 9jährigen Knaben war es 1,8. Inwiefern das Wachsen dieses Verhältnisses bei Individuen von 16 Jahren im Vergleich zu solchen von 9 Jahren durch eine Lageveränderung des Herzens oder durch ein wirklich stärkeres Wachstum der linken Herzseite zu erklären wäre, lassen wir hier unentschieden.

Wir betrachten nun die orthodiagraphische Vergrößerung, die in den Kurven zum Ausdruck gelangt, an sich und wollen untersuchen, ob die Faktoren Blutdruck und Gewicht etwa durch ein unregelmäßiges Auftreten innerhalb der Altersklassen die Form der Kurven beeinflußt haben.

Wenn man für jede Altersgruppe das entsprechende Gewicht und den Blutdruck ausrechnet, so ergibt sich (vergl. Tabelle Nr. 6), daß mit dem steigenden Alter eine Gewichtserhöhung stattfindet, die ihren höchsten Wert zwischen dem 40. und 50. Lebensjahre erreicht, um nachher langsam abzunehmen. Daß diese Art der Gewichtsverteilung nicht zufällig ist, beweist auch die Quetelet sche Kurve, nur daß hier das Maximum zwischen das 30. und 40. Lebensjahr fällt. Diese Gewichtssteigerung erklärt also in einleuchtender Weise die stetige Herzzunahme bis zum 45. Lebensjahre, nicht aber auch weiterhin; denn nachher sinkt das Gewicht, obwohl die Herzgröße noch zunimmt. Von hier an wirkt nun aber der zweite Faktor, d. h. die mit dem Alter immer anwachsenden Widerstände, mit einem Wort der Blutdruck. Potain und andere haben gezeigt, daß der Blutdruck bei Erwachsenen doppelt so groß ist als bei Kindern, und daß die Hauptsteigerung in den Pubertätsjahren erfolgt. Indem nun für jede Altersklasse der

entsprechende Druck ermittelt wurde, konnten wir weiter die Veränderungen des Druckes mit wachsendem Alter verfolgen, und erhielten so folgendes Resultat (siehe auch folgende Figur):



Anfangs gleichfalls einen steilen Anstieg des Blutdruckes bis zum 25. Lebensjahre, von da an bis zum 35. Jahre ein Horizontalbleiben der Kurve, vom 35. aufwärts steigt die Kurve, somit der Blutdruck etwas stärker bis zum 45. an. Von diesem Punkt ab steigt sie sehr rasch bis zum 55. Lebensjahre an, um von da wieder horizontal zu verlaufen. Diese Kurve scheint, freilich ohne allzu große Genauigkeit, in ihren Hauptzügen doch der Wirklichkeit zu entsprechen. Sie zeigt, daß im mittleren Lebensalter vom 20. bis 40. Lebensjahre eine sehr geringe oder gar keine Blutdrucksteigerung stattfindet, daß von da aber eine starke Steigerung eintritt. Dies stimmt auch mit der Zeit überein, wo sich die Altersveränderungen als Abnutzung am Gefäßsystem fühlbar machen; sie stimmt beiläufig auch mit der Zeit überein, innerhalb deren die Arteriosklerose sich bemerkbar macht. Diese Kurve zeigt uns also klar und deutlich die wachsenden Widerstände, die das Herz mit dem Alter zu überwinden hat.

Es sind diese beiden Kurven des Druckes und des Gewich-

tes, die der Herzvergrößerungskurve ihr Gepräge geben; denn da, wo das Gewicht abzunehmen beginnt, tritt der Blutdruck als Ursache der Herzvergrößerung ein. Der Blutdruck muß also die Ursache dafür sein, daß nach dem 45. Lebensjahre trotz der beginnenden Abnahme des Gewichtes das Herz noch immer wächst. Auf jeden Fall sehen wir jedoch, daß die Kurve der Herzvergrößerung der Gewichtskurve viel ähnlicher ist. Das Gewicht hat hier also wiederum bis zum 45. Lebensjahre den größeren Einfluß; dies ist jedoch ganz erklärlich, denn während bis dahin das Gewicht seinen größten Wert erreicht, fängt der Blutdruck erst nachher an zu steigen, und so kann seine Wirkung erst später überwiegend werden.

Die obigen Betrachtungen erlauben es uns vielleicht, folgende Schlußfolgerungen zu ziehen. Bis zum 45. Lebensjahre vergrößert sich das Herz im allgemeinen — wie ein im Wachstum begriffenes —, vom 45. Lebensjahre an wird (wegen des steigenden Blutdruckes?) das Herz dilatiert und vielleicht meistens hypertrophiert sein. Nach dem 55. Lebensjahre wird, da hier keine stärkere Blutdrucksteigerung mehr eintritt, die Dilatation vielleicht die Hypertrophie übertreffen.

Aus den bisherigen Auseinandersetzungen können wir den großen Einfluß des Alters auf das Orthodiagramm erkennen, dieser ist sogar bedeutender als der des Gewichtes, da, wie wir schon gesehen haben, erwachsene und unerwachsene Individuen gleichen Gewichtes ungleich große Herzen haben. Die älteren erwachsenen Individuen haben auch größere Herzen als die jüngeren Unerwachsenen. Dasselbe gilt für die Größe und für den Blutdruck.

Sollten nun ganz genaue Tabellen aufgestellt werden, die sämtliche Hauptfaktoren, die die Herzgröße beeinflussen, berücksichtigen, so müßten die Tabellen erstens nach Altersklassen gruppiert werden und in jeder Altersklasse müßten die einzelnen Fälle weiter nach Gewicht und Größe unterschieden werden .Auf diese Weise könnten die drei ihrer Bedeutung nach praktisch wichtigsten Faktoren berücksichtigt werden. Dieser

große Einfluß des Alters ist übrigens wenigstens teilweise von allen Autoren berücksichtigt worden, wie dies ihre Einteilung der Fälle in den Tabellen in Erwachsene und Unerwachsene beweist. Wenn diese Einteilung für Erwachsene praktisch ausreichend ist, so könnte sie für wissenschaftliche Bearbeitung weiter verfolgt werden. Was dagegen die Unerwachsenen betrifft, so genügt eine solche Einteilung selbst für praktische Zwecke nicht, um so weniger also für wissenschaftliche. Hier müßte sich die Einteilung in weit mehr Altersstufen gliedern.

Vergleichung unserer orthodiagraphischen Mittelwerte mit denjenigen von Grödel und Dietlen.

Bevor wir an die Besprechung der Kurven, die wir für die weiblichen Fälle erhalten haben, herangehen, wollen wir hier eine vergleichende Uebersicht über einige von uns ermittelte Zahlen geben und sie mit jenen anderer Autoren vergleichen.

Von den von Moritz, Dietlen, Weith und Grödel aufgestellten tabellarischen Zahlendaten sind nur die Grödelschen mit den unsrigen vergleichbar, denn Moritz und Dietlen untersuchten ihre Fälle nur in liegender Lage, Weith untersuchte dagegen nur Kinder, Grödel nahm seine Diagramme in sitzender Stellung auf und nannte sie daher Vertikalorthodiagramme. Die uns zur Verfügung gestellten Orthodiagramme wurden an Individuen in stehender Stellung aufgenommen. Da die Untersuchungen von Moritz, Grödel und anderen in dieser sowie in sitzender Lage ein kleineres Herz ergaben als in liegender Lage, so bleiben uns nur die Grödelschen Zahlen zur Vergleichung übrig, weil seine Untersuchungsweise sich der unsrigen am meisten nähert. Unsere Vergleichung wird aber nicht sehr weit reichen können, denn in der vorgefundenen Grödelschen Tabelle waren die Fälle nur nach der Größe bei erwachsenen und unerwachsenen Männern und Frauen eingeteilt. Wir stellen hier nur vergleichsweise einige Zahlen der Grödelschen Tabelle mit den unsrigen, die die Varia-

tionen der drei Herzdimensionen mit der steigenden Körpergröße bei erwachsenen Männern verzeichnen, zusammen; außerdem wollen wir auch noch die entsprechenden Dietlenschen Zahlen anführen.

Erwachsene Männer.

Größe in cm	Groedelsche Mittelwerte			Unsere Mittelwerte			Dietlensche Mittelwerte		
				M. r.	M. l.	L.			
155—164	45	87	139	41,0	89,0	152	42	87	140
165—174	45	87	140	42,7	90,7	155	43	88	142
175—185	47	85	142	42,2	91,0	158	45	93	149

Hieraus ist zu ersehen, daß die meisten von unseren Zahlen etwas größer sind als die von Grödel und Dietlen gefundenen, ausgenommen der Medianabstand rechts, der sogar kleiner ist; etwas weniger unterscheiden sich unsere Zahlen von den Dietlenschen, von denen sie erwartungsgemäß am meisten abweichen sollten. Am wenigsten von allen unterscheidet sich das Maß des Medianabstandes links, wie wir es gefunden haben, von den entsprechenden Grödelschen und Dietlenschen Daten. Am meisten von allen weicht dagegen der von uns gefundene Wert des Längsdurchmessers von ihnen ab; und zwar ist die Differenz hier nicht unbeträchtlich, sie erreicht bereits 10 mm. Ohne genauer auf die Ursachen eingehen zu können, die diesen Unterschied veranlassen, können wir denselben damit erklären, daß Grödel und Dietlen nur normale Fälle untersucht haben, während wir es nicht vermeiden konnten, viel pathologisches Material zu verwenden.

Ueber den Wert der erhaltenen Kurven.

Ehe wir diesen Abschnitt beschließen, wollen wir den Wert unserer Kurven nochmals etwas genauer erhärten; dazu wählen wir die Blutdruckkurve, die den Verlauf der Mittelwerte der

Herzdimensionen darstellt. Die Grenzen, zwischen denen die wahren Werte dieser Herzmaße liegen, lassen sich nach der Methode der kleinsten Quadrate mit Hilfe folgender Formel finden:

$$\pm E = 2/3 \sqrt{\frac{\Sigma_{f^2}}{n(n-1)}}$$

worin E die Fehlergrenze ist, die also den arithmetischen Mittelwerten zugezählt oder von ihnen abgezogen werden muß, wofern
f die jedesmalige Differenz zwischen den arithmetischen und den reell beobachteten Mittelwerten und n die Zahl der beobachteten Fälle ist.

Die aufeinanderfolgenden Werte für E wurden graphisch auf der Blutdruckkurve abgetragen, wodurch sich zwei Grenzkurven ergeben, die eine schmale Fläche einschließen, innerhalb deren der wahre Wert der Herzmaße schwanken kann. Da diese Fläche sehr schmal ist, so müssen die unendlich vielen möglichen Kurven, die in sie eingezeichnet werden konnten, alle sehr wenig von der ursprünglichen Kurve verschieden sein. Damit ist der Beweis erbracht, daß das Wachstum des Herzens gemäß der ursprünglichen Kurve erfolgt. Aehnliches muß auch für die anderen Kurven gelten.

Und nun wollen wir noch kurz das weibliche Material in ähnlicher Weise betrachten.

Untersuchungen über die Wirkung von Größe, Gewicht, Blutdruck und Alter auf das Orthodiagramm von Frauen.

Das uns zur Verfügung stehende Material war viel ärmer als das männliche Material. Und da auch hier dieselben Fehlerquellen auftreten, d. h., da viele pathologische Fälle unter die normalen gemischt sind, so mußten wir von vornherein dar-

auf gefaßt sein, daß die Fehlergrenzen viel umfangreicher sein mußten, daß also die Kurven eine viel unregelmäßigere und schwankendere Gestalt annehmen würden. Dies hat sich denn auch in der Tat bestätigt.

Trotz der Unregelmäßigkeiten dieser Kurven ließen sich die charakteristischen Hauptzüge deutlich erkennen. Eine genauere Vergleichung der Kurven miteinander, wie sie für die Kurven der Männer durchgeführt wurde, würde kaum einen Wert haben. Es soll hier der Einfluß jedes einzelnen Faktors nicht mehr so genau berücksichtigt, dagegen lieber eine Vergleichung mit den Kurven der Männer vorgenommen werden. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Frauenkurven niedriger liegen, daß also die Herzdimensionen kleiner als bei den Männern, ferner daß die Frauenkurven abgeflachter sind, also die Schwankungen weniger deutlich angeben, als die der Männer; dies ist aber nur eine Konsequenz des ersten Satzes.

Um das Gesagte durch einige Zahlen zu illustrieren, haben wir die Mittelwerte für die drei Herzdimensionen aus den Kurven zusammengestellt:

1. Der entsprechende Wert der drei Herzdimensionen für die Größe von 165 cm betrug

bei Männern	155, 90, 43,
bei Frauen	140, 85, 36;

2. der Wert dieser Dimensionen bei einem Gewicht von 70 kg war

für Männer	150, 89, 41,
für Frauen	142, 84, 36.

3. Dieser Wert bei einem Blutdruck von 144 mm Hg betrug

bei Männern	153, 88, 42,
bei Frauen	140, 84, 37.

4. Die Werte für das 40. Lebensjahr sind

bei Männern	153, 90, 43,
bei Frauen	142, 85, 37.

Der Mittelwert, der also den Herzdimensionen eines Mannes und einer Frau von etwa 165 cm Größe, 70 kg Gewicht, mit einem Blutdruck von 140 mm Hg., im Alter von 40 Jahren entspricht, wäre danach

für Männer = 152, 89, 42,
für Frauen = 141, 84, 36.

Daraus geht der Unterschied in den absoluten Herzgrößen mit großer Klarheit hervor; das sind jedoch längst bekannte Tatsachen.

Betrachten wir nun noch folgendes Verhältnis des Medianabstandes links zum Medianabstande rechts, welches

für Männer 89 : 42 = 2,1 und
für Frauen 84 : 36 = 2,3 beträgt,

so sehen wir, daß das Verhältnis bei Frauen etwas größer als bei Männern, daß also der Medianabstand links auch bei Frauen relativ größer als bei Männern ist. Dies wäre durch eine horizontalere Lage des Herzens bei den Frauen zu erklären, was durch den höheren Zwerchfellstand bedingt wäre.

Zum Schluß sollen noch die Kurven, die wir auf Grund der gewonnenen Zahlen hätten zeichnen können, in aller Kürze besprochen werden.

1. Die Wirkung der Körpergröße.

Die Frauenkurve, die die Variationen der Herzmaße relativ zu der Größe darstellt, zeigt anfangs einen langen, wenig ansteigenden Teil, um von etwa 150 cm an horizontal zu bleiben. Der zweite ansteigende Teil, der bei Männern etwa nach 178 cm beginnt, fehlt hier, vielleicht würde die Kurve ihn gleichfalls aufweisen, wenn die entsprechenden Größen nicht gefehlt hätten, bei 173 cm endigt nämlich unsere Kurve. Von etwa 150 cm bis 173 cm verläuft die Kurve bei allen drei Herzdimensionen horizontal. Danach kann man auch hier das Gesetz, das wir bei Männern beobachten konnten, aufstellen, nämlich 1.: je

größer die Person, desto relativ kleiner ihr Herz; 2.: bei derselben Größe haben Frauen nicht nur absolut, sondern auch relativ kleinere Herzen als Männer. Die Kurve zeigt uns im allgemeinen, wie bei Männern, nur einen geringen Einfluß der Körpergröße, diese hat nur bis zu einer bestimmten Grenze, die hier etwa = 150 cm ist, einen Einfluß auf die Herzgröße. Nachher übt die Größe beinahe gar keine Wirkung mehr. Im ersten ansteigenden Teil der Kurve, bei kleinen Größenwerten verläuft die Frauenkurve höher als bei Männern, hier sind die Herzmaße bei Frauen somit etwas größer als bei Männern, daraus kann man den Schluß ziehen, daß kleine Frauen unter 153 cm relativ größere Herzen als gleich große Männer haben.

Gewicht in kg	Größe in cm Mittelwerte		Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
50	132	unter 145	14	75,6	34,0	127,3
76	149	145—150	26	88,6	37,0	141,6
63	153	151—155	58	82,1	37,9	138,9
71	158	156—160	90	86,4	36,7	139,7
73	163	161—165	52	83,9	34,7	141,0
73	168	166—170	29	83,4	37,7	144,4
73	173	über 171	9	85,4	32,6	140,0

2. Die Wirkung des Körpergewichts.

Ferner konnten wir wie bei den Männern auch hier die regelmäßige Wirkung, welche das Gewicht auf die Herzgröße ausübt, beobachten. Die Kurve steigt ebenfalls regelmäßig an, zeigt gleichfalls eine geringe Abflachung zwischen 66 und 75 kg, ist aber niedriger und flacher, alle Maße sind also kleiner. Bei geringen Gewichten decken sich die Kurven der Männer und Frauen; beide haben also gleich große Herzen. Mit steigendem Gewicht, also etwa nach 58 kg, gehen die Kurven allmählich mehr auseinander.

Größe in cm	Gewicht in kg Mittelwerte		Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L.
146	41	unter 50	17	63,3	32,3	122,9
155	53	51—55	27	77,4	32,5	128,6
157	58	56—60	33	80,6	36,2	134,5
157	63	61—65	28	81,0	35,1	143,6
158	68	66—70	44	84,6	36,5	141,6
159	73	71—75	44	82,6	35,8	142,6
160	78	76—80	28	89,0	37,0	145,3
159	83	81—85	27	91,8	37,1	150,3
161	88	86—90	15	87,9	42,0	148,7
161	102	über 91	15	88,5	40,3	153,0

3. Die Wirkung des Blutdrucks.

Was die Blutdruckkurve betrifft, so gab dieselbe bei Frauen die besten Resultate, deshalb haben wir sie auch dargestellt (siehe Fig. Nr. 5). Sie zeigt ganz denselben Charakter wie die Kurve der Männer; da sie jedoch abgeflachter ist, so kann man den Verlauf des wagerechten Teiles schwer begrenzen. Am wenigsten scheint sie zwischen 140 und 160 mm Hg. zu steigen. Hier finden wir aber den Umstand wieder, daß bei geringstem Druck Frauen gleich große Herzen haben wie Männer; dies gilt aber nicht für den Medianabstand rechts, der auch bei geringem Druck, also bei 93 mm Hg, kleiner als bei Männern ist.

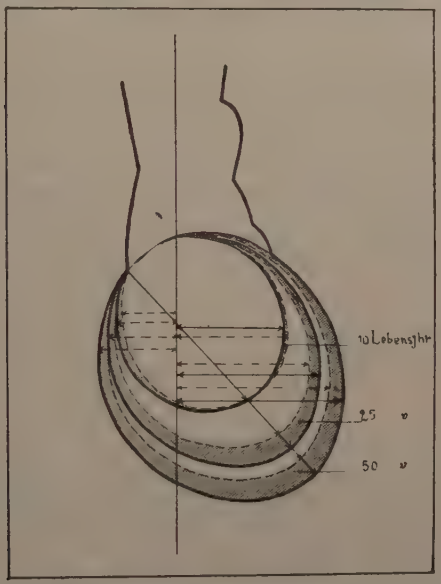
Blutdruck in Mittelwerte	Hg mm	Zahl der Fälle	Orthodiagremmmaße M. l.	M. r.	L.
93,7	unter 100	9	72,0	36,0	124,0
115,4	101—125	90	79,7	34,6	134,3
138,4	126—150	89	83,2	36,7	139,7
160,7	151—175	63	84,8	39,8	143,2
185,9	176—200	30	89,0	35,1	150,3
225,0	über 201	20	96,1	46,5	155,0

4. Die Wirkung des Alters.

Die Alterskurve (s. Fig. Nr. 6) verläuft bei Frauen in gleicher Weise wie die der Männer; wie bei allen vorigen Kurven sind alle Dimensionen kleiner, aber im jugendlichen Alter bis zur Pubertät scheinen die Dimensionen wieder gleich groß zu sein, erst von da ab werden die Herzmaße der Männer größer.

Die Kurven zeigen aber im Gegensatz zu der der Männer keine Abnahme der Herzmaße nach dem 55. Lebensjahre. Dies ist hier jedoch nur durch das Gewicht zu erklären, das bei Frauen seinen Höhepunkt nach dem 50., also etwa zwischen dem 50. und 60. Lebensjahre erreicht, während dies bei Männern schon früher, zwischen dem 30. und 40. Jahre, stattfindet.

Die verschiedenen Herzgrößenverhältnisse, die bei jungen Männern und Frauen einerseits und älteren anderseits beobachtet wurden, sollen hier durch folgende Zeichnung illustriert werden.



- Umriß des weibl. Herzen
Untersch. zw. d. weibl. u. männl. Herz f. ein bestimmtes Alter
- Umriß der männl. Herzen.

Mittelwerte	Alter in Jahren	Zahl der Fälle	Orthodiagrammmaße M. l.	M. r.	L
9	1—10	2	63,0	29,0	103,3
	11—20	12	73,0	32,0	123,0
	21—30	40	72,0	35,2	131,6
	31—40	65	82,0	35,1	137,6
	41—50	72	86,5	37,0	144,5
	51—60	58	87,2	39,7	146,7
64	61—70	18	89,2	41,8	153,6

Wir kommen also in bezug auf das weibliche Herz zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Kurven der Frauen sind denen der Männer sehr ähnlich, alle Variationen der Männerkurven finden sich bei Frauen wieder, die verschiedenen Faktoren, wie Länge, Gewicht, Blutdruck und Alter, haben bei Frauen denselben Einfluß auf die Herzgröße wie bei Männern.

2. Kleinere Frauen unter 153 cm Größe, leichtere unter 58 kg, mit einem geringeren Blutdruck unter 93 mm Hg und junge Mädchen unter 16 Jahren haben gleich große Herzdimensionen wie gleich große, gleich schwere, gleich alte und den gleichen Blutdruck aufweisende Männer.

3. Bei größeren, schwereren, älteren und einen höheren Blutdruck aufweisenden Frauen sind die Herzdimensionen kleiner als bei gleich großen, gleich schweren, gleich alten und den gleichen Druck aufweisenden Männern.

4. Endlich besitzen Frauen auch einen relativ größeren Medianabstand links als Männer.

Schlußfolgerungen.

Wir wollen hier nicht wieder auf die Form der Kurven eingehen, sondern hauptsächlich den Wert besprechen, den wir dem horizontaleren Teil derselben beilegen.

Jeder der drei ersten Faktoren veranlaßt mit seinem Wachstum eine Zunahme der Herzdimensionen, oder kurz gesagt eine Herzvergrößerung, die erforderlich ist, um den steigenden Anforderungen, die an das Herz gestellt werden, zu genügen; dabei soll gleich bemerkt werden, daß das Herz sich nicht proportional diesen Anforderungen vergrößert, sondern darauf mit einer immer geringeren Vergrößerung reagiert, so daß große, schwere Individuen mit hohem Blutdruck relativ kleinere Herzen als kleinere, leichtere Individuen mit geringerem Blutdruck auf-

weisen. Interessant ist aber die Erscheinung, die sich bei Zunahme der Länge, des Gewichtes und des Blutdruckes wiederholt, daß zwischen bestimmten Grenzen zwar noch immer im selben Verhältnis wie vorher eine Längen-, Gewichts- und Blutdruckzunahme stattfindet, die Herzdimensionen dagegen nicht mehr im selben Verhältnis, sondern in viel geringerem Maße als früher wachsen.

Zwischen diesen Grenzen genügt dieselbe Herzgröße einem kleineren wie einem größeren, einem leichteren wie einem schwereren, einem Individuum mit geringerem Blutdruck wie einem solchen mit höherem Blutdruck. Dieselbe Muskelmaße reicht also einmal für eine geringere Arbeit und ein anderes Mal für eine größere Arbeit hin, oder der kleinere, leichtere Mann mit geringerem Blutdruck besitzt ein Herz, das bei seiner Arbeit noch über einen Kraftüberschuß verfügt, ohne sich dabei vergrößern zu müssen . Der schwerere Mensch mit höherem Blutdruck verfügt scheinbar nicht über eine ebenso große Reservekraft. Wenn das Herz bei solchen Individuen mehr zu leisten hat, so muß es sich vergrößern, und das vergrößerte Herz verfügt nun auch über eine größere Kraft. Es kann somit auch mehr leisten als vorher.

Das Herz der kleinen, leichten Individuen verbraucht somit bei seiner gewöhnlichen Arbeit nicht seine ganze Kraft.

Je weiter man sich nun vom Anfangspunkt der horizontalen Strecke entfernt, desto geringer wird diese Reservekraft, aber selbst wenn wir am Ende der horizontalen Strecke angelangt sind, da, wo anscheinend das Herz nicht mehr über diese Reservekraft verfügt, gibt es doch einen Ersatz dafür, nämlich die Fähigkeit des Herzens, sich zu vergrößern.

Die Grenzen, innerhalb deren das Herz über diese Art von Reservekraft verfügt — die nur von der Art der Konstruktion der Fasern herrührt —, liegen für Männer zwischen den Größen von 160 bis 180 cm für ein Gewicht zwischen 70 und 80 kg und für einen Blutdruck zwischen den Grenzen von 120 bis 140 mm Hg.

Da das Herz zwischen diesen Grenzen der Größe, des Gewichtes und des Blutdrucks über die meiste Reservekraft — im oberen Sinne — verfügt, da es also unter diesen Verhältnissen am leistungsfähigsten sein muß, so müssen diese Grenzen den physiologischen Variationen der oben genannten Faktoren entsprechen.

Danach wären für unsere 700 männlichen Fälle die oberen Zahlen als physiologische Grenzen für die Größe, das Gewicht und den Blutdruck anzusehen. Die Herzgrößen, die den oberen Zahlen entsprechen, müssen die normalen Dimensionen des Herzens darstellen. Diese Zahlen sind für Frauen und Männer folgende:

1. Bei einer Größe von 160—180 cm:

	Männer	Frauen
L.	152—157 mm	140 mm
M. l.	88— 91 mm	85 mm
M. r.	42— 44 mm	36 mm

2. Bei einem Gewicht von 70—80 kg:

Männer	Frauen
149—153 mm	142 mm
86— 90 mm	85 mm
40— 43 mm	36 mm

3. Bei einem Blutdruck von 120—140 mm Hg:

Männer	Frauen
147—153 mm	139 mm
85— 87 mm	83 mm
40— 42 mm	37 mm

woraus man nun folgende Normalmittelwerte erhält:

	für Männer	für Frauen
L.	149—154 mm	141 mm
M. l.	86— 89 mm	84 mm
M. r.	40— 43 mm	36 mm

Dies sind also auch nahezu die physiologischen Grenzen der Herzdimensionen für Individuen von

160—180 cm Größe,
70— 80 kg Gewicht und
120—140 mm Hg Blutdruck.

Während die drei ersten Kurven, welche die Beziehungen zwischen den Orthodiagrammaßen einerseits und Größe, Gewicht, Blutdruck anderseits ausdrücken, alle diesen mittleren horizontaleren Teil mit dem ersten steil angehenden Anstieg aufweisen, zeigen die Kurven, die den Einfluß des Gewichtes und des Blutdruckes auf das Orthodiagramm widerspiegeln, ein anderes Charakteristikum: sie steigen nach der mittleren horizontalen Strecke wieder steiler an und haben nachher wenigstens die Tendenz, horizontaler zu werden.

Man könnte glauben, daß dies eine Wiederholung des ersten Anstieges mit dem folgenden horizontalen Teil bedeutet, daß sich die Herzgröße von dem Einfluß der weiter steigenden Faktoren unabhängig gemacht hätte, daß es also nun wieder über genug Kraft verfüge, um weiter steigende Widerstände zu überwinden, ohne sich dabei vergrößern zu müssen.

Dies ist jedoch für diese beiden Kurven nicht der Fall, wie dies noch weiter unten erklärt werden wird. Worauf jedoch noch besonders hingewiesen werden muß, ist dies, daß das Wachstum des Herzens nicht der zu leistenden Arbeit parallel verläuft, sondern mehr stufenweise oder sprunghaft vor sich geht. Die obigen Kurven zeigen zwei solche Stufenfolgen, die aber keinesfalls gleichwertig sind. Denn während das Herz sich bei Ersteigung der ersten Stufe mit genügender Muskelmasse, also Kraft, versorgt, um weiter wachsende Widerstände überwinden zu können, ohne sich dabei weiter vergrößern zu müssen, während also das Herz in dieser Periode Kraft aufspeichert, weist die zweite Stufe keineswegs auf ein ähnliches Verhalten des Herzens hin.

Die zweite Stufe kündigt vielmehr das Eintreten einer Herz-

insuffizienz an, die Stufe selbst entspricht jedoch dem pathologisch suffizienten Herzen. Während dieser Periode vergrößert sich das Herz zum letzten Mal, um die steigenden Widerstände zu überwinden, es verbraucht dabei seine ganze Reservekraft, und die letzte horizontale Strecke der Kurve deutet auf die Unfähigkeit des Herzens hin, sich weiter steigenden Widerständen anzupassen; es kann sich nun nicht mehr vergrößern, es ist insuffizient geworden, denn es hat all seine Reservekraft verbraucht.

Dieser Anstieg mit dem folgenden letzten horizontaleren Teil geht deutlich aus den Kurven hervor, die die Variationen der Herzdimensionen mit steigendem Gewicht und Blutdruck angeben, besonders schön zeigt die Blutdruckkurve das Erlahmen des Herzens bei höheren Druckwerten von über 180 mm Hg, das durch die Unfähigkeit, sich weiter zu vergrößern, gekennzeichnet wird. Auch die Gewichtskurve läßt deutlich die eintretende Insuffizienz des Herzens bei zu schweren Individuen von etwa über 90 kg erkennen, denn diese, die meistens sehr fettleibig sind, besitzen oft auch ein entsprechend degeneriertes, wenig leistungsfähiges Herz, was sich durch das Horizontalerwerden der Kurve bemerkbar macht.

Sodann wäre noch folgendes zu bemerken: Im Kapitel über den Blutdruck ist der Einfluß des Alters auf die Blutdruckkurve analysiert worden; wir fanden hier eine deutliche Abnahme der Länge des horizontalen Teiles der Kurve mit steigendem Alter. Dies scheint ebenfalls ein Beweis dafür zu sein, daß die horizontale Strecke der Kurven den physiologischen Grenzen der Herzgröße sowie des betreffenden Faktors entsprechen, denn das Kürzerwerden der erwähnten Strecke weist auf eine Einschränkung der potentiellen Herzenergie hin, wie das ja für ein höheres Alter erklärlich ist, da mit dem Alter die Leistungsfähigkeit des Herzens allmählich abnimmt. Es wäre übrigens interessant, diese Fragen genauer zu studieren, denn sie müssen sich auch in bezug auf die Wirkung des Gewichtes mit steigendem Alter sicher wiederholen.

Wir wollen hierfür noch einen, wenn auch einen negativen Beweis anführen. Wie wir gesehen haben, hat die Altersvariationskurve der Herzmaße gar nicht den Charakter der vorigen Kurven, sie ist konvex nach oben und regelmäßig ohne Abflachung ansteigend. Sie weist also keine horizontale Strecke auf. Die Kurve gibt demnach keinen Anhaltspunkt für die Existenz eines normalen Alters, was übrigens selbstverständlich erscheint.

Bevor wir unsere Untersuchung endgültig beschließen, wollen wir noch über eine ganz andere Reihe von Kurven berichten, die von Prof. Nicolai hergestellt worden sind und welche den Einfluß einiger Faktoren, wie den des Alters und des Blutdrucks, auf die Elektrokardiogrammzacken darstellen. Sie mögen auch als Beweis für unsere obige Annahme dienen.

Auch hier weist die Kurve, die den Einfluß des Blutdrucks auf die I- und F-Zacken darstellt, eine horizontale Strecke auf, die etwa den normalen Druckwerten entspricht, dabei besitzt die Alterskurve keinen entsprechenden horizontalen Teil, was übrigens ganz mit unseren Befunden übereinstimmt.

Da wir aber nach den Schlußfolgerungen dieser Arbeit in der Größe des Ventrikelkoeffizienten — der das Verhältnis der I-Zacke zur F-Zacke angibt — ein Maß für die Insuffizienz des Herzens besitzen, so können wir uns aus der Kurve, die die Variationen dieses Koeffizienten mit steigendem Blutdruck angibt, eine Vorstellung von der Leistungsfähigkeit des Herzens bei verschiedenen Druckwerten machen. Diese letzte Kurve verläuft ebenfalls etwa innerhalb der normalen Grenzen des Blutdrucks horizontal, hier wächst also der Ventrikelkoeffizient nicht mehr. Das Herz hat während dieser Zeit immer die gleiche Leistungsfähigkeit; mit weiter steigendem Blutdruck wird es aber nach der Kurve immer insuffizienter. Die horizontale Strecke der Kurve zeigt, daß das Verhältnis der I-Zacke zur F-Zacke für diese Druckwerte das allergünstigste sein muß. Es muß infolgedessen auch das normale Verhältnis sein. Dieser horizontale Teil entspricht aber auch so ziemlich den Druck-

werten, die wir bei unserer Kurve fanden. Die Annahme, daß dieser Teil den physiologischen Blutdruckschwankungen sowie der physiologischen Herzgröße entspricht, wird daher wohl richtig sein.

Es bleibt uns nun noch übrig, in aller Kürze auf Grund der bisherigen Untersuchungen die zu Beginn dieser Abhandlung gestellten Fragen zu beantworten.

1. Die Beziehungen, die von Moritz, Dietlen, Grödel und anderen zwischen den normalen Herzen einerseits und der Körpergröße, dem Gewicht und dem Alter anderseits ermittelt worden sind, finden wir im Durchschnitt auch beim pathologisch veränderten Herzen wieder. Dieses reagiert also noch wie ein gesundes auf die verschiedenen Faktoren, die den Stoffwechsel beeinflussen.

2. Daß die gefundenen Herzgrößen sich den Gesetzen des Stoffwechsels subordinieren lassen, wurde im Laufe der Arbeit bewiesen, insbesondere im Kapitel über den Einfluß der Größe auf das Orthodiagramm.

3. Was nun noch die funktionelle Brauchbarkeit der verschiedenen Orthodiagrammaße betrifft, so hat sich uns der Längsdurchmesser aus folgendem Grunde als der wertvollste herausgestellt,

a) weil er bei Lageveränderungen des Herzens das invariabelste Maß abgibt,

b) weil er ein Maß des Herzschattens darstellt, das auch wirklich dem längsten anatomischen Herzdurchmesser entspricht, der somit auch dem Herzgewicht proportional sein muß,

c) weil er endlich der größte Herzdurchmesser ist und deshalb, wie es die Kurven ja auch beweisen, am deutlichsten ihre Variationen anzeigt.

Da aber der Medianabstand links sehr genau festzustellen ist, und da er in inniger Beziehung zum linken Ventrikel steht, so ist er für manche Zwecke, z. B. bei der Wirkung des Blutdruckes, auch ein sehr brauchbares Maß.

Der Medianabstand rechts hat sich dagegen in unseren Kurven als am wenigsten brauchbar erwiesen.

4. Die letzte Frage, über den Einfluß des Blutdruckes, bedarf hier keiner näheren Antwort, da darüber im entsprechenden Abschnitt schon ausführlicher berichtet wurde. Auch hier haben sich unsere Erwartungen bestätigt.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, Herrn Professor Nicolai, von dem die Anregung zur Bearbeitung dieses Themas ausging, für seine wertvollen Ratschläge und Winke meinen herzlichsten und ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Dietlen, Ueber Größe und Lage des normalen Herzens und ihre Abhängigkeit von physiologischen Bedingungen. D. A. f. kl. Med. 1907, Bd. 88.
2. Friedenthal, Ueber die Gültigkeit des Massenwirkungsgesetzes für den Energieumsatz der lebendigen Substanz. Zentralbl. f. Phys. 1909, Bd. 23.
3. Groedel, F. M., Die Röntgendiagnostik. Bibliothek der physikalisch-medizinischen Techniken.
4. Guttmann, Ueber die Bestimmung der wahren Herzgröße mittelst Röntgenstrahlen. Ztschr. f. kl. Med. 1906, Bd. 58.
5. Moritz, Ueber die Bestimmung der wahren Größe von Gegenständen usw. M. m. W. 1900.
6. Ders., Eine Methode, um beim Röntgenverfahren aus dem Schattenbilde eines Gegenstandes dessen wahre Größe zu ermitteln usw. M. m. W. 1900.
7. Ders., Ueber orthodiagraphische Untersuchungen am Herzen. M. m. W. 1902.
8. Ders., Ueber Veränderungen in der Form, Größe und Lage des Herzens beim Uebergang aus horizontaler in vertikale Körperstellung. D. A. f. kl. Med. 1905, Bd. 82.
9. Ders., Zur Geschichte der Orthodiagraphie. M. m. W. 1908.
10. Müller, Die Massenverhältnisse des menschlichen Herzens. Hamburg 1883.
11. Nagel, Handbuch der Physiologie. — 1. Nicolai, Die Mechanik des Kreislaufes. — 2. Tiegerstädt, Physiologie des Stoffwechsels.
12. Nicolai, G. F., Der Elektrokardiograph als Hilfsmittel für die Diagnostik des praktischen Arztes. D. m. W. 1912.
13. Quetelet, Sur l'homme et le developpement de ses facultés. Paris 1835.
14. Schieffer, Ueber den Einfluß des Ernährungszustandes auf die Herzgröße. D. A. f. kl. Med. 1908.

15. Treupel, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Perkussion des Herzens. W. m. W. 1907.
16. Veith, Ueber orthodiagraphische Herzuntersuchungen bei Kindern. Jahrb. f. Kinderhk. 1908.
17. Vierordt, Anat. Physiol. u. Physikalische Daten und Tabellen.
18. Beneke, F. W., Ueber das Volumen des Herzens usw. Marburg 1879.

Lebenslauf.

Georg Carl Litarczek, geboren am 4. Mai 1888 zu Lugos im Banat (Ungarn), rumänischer Staatsangehöriger aus Craiova, orthodoxer Religion, Sohn des Ingenieurs Carl Litarczek, vollendete 1906 die reale Abteilung des Lyzeums zu Craiova (Rumänien), ließ sich 1906 an der naturwissenschaftlichen Fakultät (Faculté des Sciences) zu Gent (Belgien) immatrikulieren und trat nach zweijährigem Studium 1908 daselbst in die medizinische Fakultät über, wo er alljährlich bis 1910 die üblichen Prüfungen ablegte.

1910 setzte er während zweier Semester seine medizinisch-klinischen Studien an der Universität München fort und bezog 1911, nachdem er sich in seiner Heimat einer Ergänzungsprüfung in der lateinischen Sprache unterzogen hatte, die Universität Berlin, wo er sich in der medizinischen Fakultät immatrikulieren ließ. Nach Wiederholung im Jahre 1912 des bereits in Belgien abgelegten Physikums bestand er hier im Wintersemester 1913/14 seine ärztliche Prüfung.

Während seines Studienganges hörte er die Vorlesungen folgender akademischer Lehrer, denen er hiermit für ihre freundliche Förderung seinen ehrerbietigsten Dank abstattet:

Mac Leod, Plateau †, Schoentjes, Swarts, Stöber, Stainier, Leboucq, van der Striche und Lahousse in Gent; v. Angerer, Borst, Frank, Grashey, Lindemann, v. Bauer †, v. Müller, May, Neubauer, Neumeyer, Oberndorffer, Amann, Schmincke und Stumpf in München; Kraus, Nicolai, Külbs, Heffter, Franz, Hildebrand, Axhausen, Abelsdorf, Bickel, Krückmann, Passow, Killian, Lesser, Schmieden, Bier, Bumm, Bonhoeffer, Heubner, Sigwart, Waldeyer, Straßmann und Flügge in Berlin.

Ferner hat er während seines Studiums an folgenden Anstalten praktisch gearbeitet:

1. bei Prof. G. Klemperer auf der inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Moabit zu Berlin;
2. bei Prof. M. Borchardt auf der äußeren Abteilung des Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhauses zu Berlin;
3. bei Prof. Jochmann auf der Abteilung für Infektionskrankheiten daselbst;
4. bei Prof. Külbs auf der Poliklinik der I. med. Klinik der Charité.